

Estrategias para la rehabilitación energética aplicadas a una vivienda ejemplo del Altet



Grado en Arquitectura Técnica

Trabajo Fin de Grado

Autor:
Javier Baeza Torres

Tutores:
Joaquín López Davó
M^a Francisca Cespedes López

Julio 2017



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**ESTRATEGIAS PARA LA REHABILITACIÓN
ENERGÉTICA APLICADAS A UNA VIVIENDA
EJEMPLO DEL ALTET.**

Grado en Arquitectura Técnica

Trabajo Fin de Grado

Autor:
Javier Baeza Torres

Tutores:
Joaquín López Davó
M^a Francisca Céspedes López

Julio 2017

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El 17 de Marzo de 2006 el gobierno aprobó el Código Técnico de la Edificación (España. Ministerio de Vivienda, 2006, p. 11816) (CTE de aquí en adelante), donde se establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El CTE ha tenido varias actualizaciones a lo largo de su historia en sus diferentes Documentos Básicos (DB); siendo el DB HE (Ahorro de Energía) el más actualizado. Dichas actualizaciones se basan en aumentar las exigencias de las demandas y consumos energéticos de las edificaciones respecto a la anterior edición; otorgando así tanto una mejora en la eficiencia energética como una relevancia cada vez más fuerte y mayor en el ámbito de la nueva construcción.

España como país miembro de la Unión Europea (UE), y tras sinfines de acuerdos alcanzados para luchar contra la contaminación que se vierte a la atmosfera provocando el fenómeno de cambio climático; se encuentra actualmente incumpliendo dichos niveles mínimos de contaminación establecidos por la UE (G. Sevillano, 2014). La Unión Europea le pidió a España no superar en un 15% el aumento de emisiones, situándose en 2014 en un 23'68% las emisiones; incumpliendo por tanto con la restricción de la UE.

Los requisitos básicos que establece el CTE en su Documento Básico referente al Ahorro de Energía (DB HE); son de obligado cumplimiento en los edificios de nueva construcción y, en algunos casos como cambios de uso, ampliaciones, reformas, etc.; en edificios existentes (España. Ministerio de Fomento, 2013).

Por tanto, si no se actúa en la edificación existente; no es de obligado cumplimiento el DB HE. Dichas construcciones se regían por los requisitos establecidos en antiguas normativas constructivas que actualmente se encuentran derogadas.

Así pues, no existe una normativa de eficiencia energética que obligue a las viviendas existentes sin intervención a adecuarse a los requisitos establecidos en el CTE; y así poder luchar contra el cambio climático, aumentar el ahorro de energía junto con el económico y mejorar el confort existente en el interior de los edificios.

Es por ello que el presente trabajo cree en la necesidad de mejorar a modo de eficiencia energética las viviendas existentes sin que sea de obligado cumplimiento.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mis tutores Joaquín y Paqui la dedicación, consejos e ideas que me han proporcionado durante la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG); ya que sin ellos hubiera sido imposible su redacción, encontrándome a un solo paso final para obtener el Título de Graduado en Arquitectura Técnica proporcionado por la Universidad de Alicante; la cual siempre recordare.

Asimismo, no me quedaría tranquilo sin agradecer la oportunidad (o fortuna) que me han proporcionado los/las docentes de esta titulación, al recibir sus clases; haciendo una mención especial por mi desarrollo educativo, profesional y personal a Pablo, Raúl Hugo, Servando, Ramón, Antonio, Jaime, Amparo, Gaspar, Beatriz, Juan Carlos, Enrique, Adolfo, Elena, Raúl P, Francisco A, Asun, Enric, Lucia, Sergio, María, Martín, Paco M, Emilio, Encarna; y como no, a Paqui y Joaquín.

Por otra parte, agradecer en la elaboración de trabajos grupales como de asistencia en clase a todos mis compañeros y compañeras de batalla, que sin duda alguna se han convertido en grandes amigos; con especial mención a Eva, Carlos M, Carlos E, Lucia, Cristina, Víctor, Héctor, Irene, Javier C; y por ultimo y no menos importante, a mi compañera de viaje tanto dentro como fuera de la universidad, Elena G; que sin su apoyo incondicional junto con sus consejos, muchas de las cosas que conozco no serian realidad.

Finalmente, y fuera del ámbito universitario, agradezco a mi familia todo el apoyo infinito que me han ofrecido durante estos años en los que me he sumergido de lleno en el grado universitario; con especial mención a mi padre y a mi hermana pequeña; que sin ellos nada de lo que tengo sería posible; además de mencionar a mi amigo de la infancia Francisco, del cual espero que pronto se anime a cursar el presente grado además de recuperar el tiempo perdido durante todos estos años.

DEDICATORIA

*A mi madre, que espero que cuando mire hacia
abajo vea a ese chico de 18 años que se levanto y
recompuso de las heridas que le causo la vida
tras su marcha; y que se sienta orgullosa de ello.*

Solo eso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>Justificación y objetivos</i>	<i>5</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>7</i>
<i>Dedicatoria.....</i>	<i>9</i>
 1 Generalidades	25
1.1 Introducción	25
1.2 Marco teórico	29
1.2.1 Las reacciones internacionales. El protocolo de Kioto	38
1.3 Objetivos	43
1.3.1 Objetivo principal	43
1.3.2 Objetivos específicos	43
1.4 Metodología	45
 2 Eficiencia energética en los edificios	47
2.1 Conceptos generales	47
2.2 Consideraciones en el diseño de la vivienda.....	53
2.2.1 Condicionantes climáticos	54
 3 Rehabilitación energética	57
3.1 La importancia de la rehabilitación energética.....	57
3.2 Razones y beneficios para realizar una rehabilitación energética	61
 4 Estrategias de mejora para reducir la demanda energética	65
4.1 Conceptos generales	65
4.2 Disminuir la transmitancia térmica de la envolvente	69

4.2.1	<i>Actuaciones desde el exterior</i>	69
4.2.2	<i>Actuaciones en zonas intermedias</i>	73
4.2.3	<i>Actuaciones desde el interior</i>	79
4.3	Mejorar las características de los huecos	81
4.4	Estrategias pasivas	87
4.4.1	<i>Captación de radiación solar</i>	87
4.4.2	<i>Protección de radiación solar</i>	91
4.5	Actuación en los puentes térmicos	95
4.6	Mejorar la ventilación interior	97
4.6.1	<i>Ventilación y calidad del aire interior</i>	97
4.6.2	<i>Sistemas de ventilación</i>	99
4.6.3	<i>Equipos de ventilación</i>	107
5	Estrategias de mejora para reducir el consumo energético	111
5.1	Conceptos generales	111
5.2	Mejorar la instalación de calefacción y ACS	113
5.2.1	<i>Equipos de calefacción y ACS</i>	113
5.2.2	<i>Red de distribución de calefacción y ACS</i>	116
5.3	Mejorar la instalación de refrigeración	119
5.3.1	<i>Equipos pequeños de refrigeración</i>	119
5.3.2	<i>Equipos medianos de refrigeración</i>	121
5.3.3	<i>Equipos solares. Frio solar</i>	132
5.4	Mejorar el sistema de iluminación	135
5.4.1	<i>Iluminación natural</i>	135
5.4.2	<i>Iluminación artificial</i>	139

5.5	Mejorar los electrodomesticos	143
5.6	Integración de energías renovables	149
5.6.1	<i>Acumuladores de ACS por placas solares</i>	<i>150</i>
5.6.2	<i>Placas solares fotovoltaicas</i>	<i>153</i>
5.7	Instalar un control domótico de las instalaciones existentes	157
5.8	Recomendaciones en los hábitos de los usuarios	161
5.9	Energía eólica como energía primaria.....	163
5.9.1	<i>Energía eólica.....</i>	<i>163</i>
6	Análisis histórico y constructivo de la zona	165
6.1	Contexto histórico y evolución urbana del Altet	165
6.2	Clasificación de las viviendas del ensanche	183
6.2.1	<i>Según PGOU de 1997</i>	<i>183</i>
6.2.2	<i>Según visualización</i>	<i>190</i>
6.2.3	<i>Según año de construcción</i>	<i>194</i>
7	Analisis constructivo de la vivienda ejemplo	195
7.1	Casa rural típica del <i>camp d'Elx</i>	195
7.2	Proyecto original de 1890	201
7.3	Modificaciones al proyecto inicial en 1986.....	205
7.4	Estudio del estado actual de la vivienda en 2017	211
8	Estudio previo de la vivienda ejemplo.....	215
8.1	Datos generales.....	215
8.2	Calculo de la demanda de ACS.....	217
8.3	Calculo de la transmitancia térmica de la envolvente	219

8.3.1	<i>Fachadas</i>	219
8.3.2	<i>Cubiertas</i>	225
8.3.3	<i>Pavimentos</i>	228
8.3.4	<i>Falso techo</i>	229
8.3.5	<i>Tabiquería interior</i>	230
8.3.6	<i>Huecos. Carpintería exterior</i>	234
8.3.7	<i>Puentes térmicos</i>	235
9	Certificación energética sin intervención	237
9.1	Proceso de realización	237
9.2	Calificación obtenida sin intervención	239
9.3	Analizar resultados obtenidos	241
10	Propuesta de intervención	243
10.1	Condicionantes previos.....	243
10.2	Ejemplos de actuación en la envolvente térmica	243
10.2.1	<i>Fachadas</i>	243
10.2.2	<i>Cubiertas</i>	248
10.2.3	<i>Pavimentos</i>	250
10.2.4	<i>Falso techo</i>	251
10.2.5	<i>Tabiquería interior</i>	251
10.2.6	<i>Huecos. Carpintería exterior</i>	252
10.2.7	<i>Puentes térmicos</i>	252
10.3	Calculo de ventilación	253
10.4	Elección de equipos de ACS y calefacción	255
10.5	Calculo de la demanda de refrigeración	255

11	Certificación energética con intervención	257
11.1	Proceso de realización.....	257
11.2	Calificación obtenida con intervención.....	259
11.3	Analizar los resultados obtenidos	261
11.3.1	<i>Justificación de las estrategias rechazadas en la propuesta</i>	<i>263</i>
12	Conclusiones	265
13	Bibliografía y referencias	267
13.1	Bibliografía consultada para la elaboración del TFG.....	267
14	Anexos	281
14.1	Anexo A: Certificación energética sin intervención	283
14.2	Anexo B: Certificación energética con intervención	289
14.3	Anexo C: Resultados obtenidos Excel Oscar Redondo sin actuación.....	295
14.4	Anexo D: Resultados obtenidos Excel Oscar Redondo con actuación	297
14.5	Anexo E: Ficha técnica aislamiento fachada	299
14.6	Anexo F: Ficha técnica aislamiento cubierta.....	301
14.7	Anexo G: Ficha técnica aislamiento pavimento	303
14.8	Anexo H: Ficha técnica aislamiento falso techo.....	305
14.9	Anexo I: Ficha técnica caldera de biomasa	307
14.10	Anexo J: Ficha técnica radiadores	307
14.11	Anexo K: Ficha técnica recuperador de calor	307

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Mapa 1: Zonificación con base 15-15 dados en la norma UNE 24.046	30
Fig. 1.2 Consumo de energía primaria total de todos los sectores en España, 2005.....	32
Fig. 1.3 Consumo de energía primaria total de todos los sectores en la UE-25, 2004.....	33
Fig. 1.4 Grafico comparativo de consumos de energía primaria. España y UE-25.....	34
Fig. 1.5 Distribución de consumo energético en el sector residencial español 2014	34
Fig. 1.6 Esquema de desarrollo normativo hasta el año 2016.	37
Fig. 1.7 Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto	39
Fig. 1.8 Objetivos y emisiones de CO ₂ de la Unión Europea-15.....	40
Fig. 2.1 Etiqueta de calificación energética del edificio terminado	48
Fig. 2.2 Etiqueta de calificación energética de equipos y/o aparatos.....	49
Fig. 2.3 Esquema general de transformación de energías	52
Fig. 2.4 Incidencia del sol en la vivienda en el ciclo invernal.....	55
Fig. 2.5 Incidencia del sol en la vivienda en el ciclo estival	55
Fig. 2.6 Mecanismos básicos de transferencia de calor	56
Fig. 3.1 Antigüedad de las edificaciones en España	60
Fig. 4.1 Tipologías edificatorias según la zona climática	66
Fig. 4.2 Ejemplo de consumo de energía según su compactación.....	67
Fig. 4.3 Ejemplo de actuación de un sistema SATE tipo	71
Fig. 4.4 Ejemplo de actuación de aislamiento PUR sobre cubierta plana	72
Fig. 4.5 Ejemplo de actuación de aislamiento PUR sobre cubierta inclinada.....	73
Fig. 4.6 Ejemplo de actuación de aislamiento en la cámara de aire	74
Fig. 4.7 Modo de ejecución de aislamiento en la cámara de aire	75
Fig. 4.8 Ejemplo de actuación en cubierta inclinada tipo.....	76
Fig. 4.9 Ejemplo de actuación en cubierta plana tipo	76
Fig. 4.10 Ejemplo de actuación en pavimento tipo	77

Fig. 4.11 Aislamiento en cubiertas o buhardillas no habitadas.....	79
Fig. 4.12 Modo de ejecución de aislamiento en el interior.....	80
Fig. 4.13 Carpintería con rotura de puente térmico	83
Fig. 4.14 Desecante en cámara de aire vidrios.....	83
Fig. 4.15 Características vidrios tipo.....	85
Fig. 4.16 Contraventanas interiores aisladas	86
Fig. 4.17 Muro Trombe tipo	88
Fig. 4.18 Muro de agua tipo	89
Fig. 4.19 Cubierta de agua caliente tipo.....	90
Fig. 4.20 Cubierta de agua fría tipo	91
Fig. 4.21 Cubierta ajardinada tipo	92
Fig. 4.22 Ejemplo de actuación de ganancia solar con árboles de hoja caduca.....	93
Fig. 4.23 Ejemplo de actuación de ganancia solar con protecciones móviles.....	94
Fig. 4.24 Visualización de puente térmico con termografía.....	96
Fig. 4.25 Ventilación simple.....	100
Fig. 4.26 Ventilación cruzada.....	101
Fig. 4.27 Ventilación nocturna.....	101
Fig. 4.28 Ventilación por efecto chimenea.....	102
Fig. 4.29 Ventilación con enfriamiento previo de agua	103
Fig. 4.30 Ventilación con enfriamiento previo de sombra	103
Fig. 4.31 Ventilación por conductos de aire enterrados	104
Fig. 4.32 Principios básicos del pozo canadiense	105
Fig. 4.33 Diferencia de utilización entre invierno y verano de los pozos canadienses	106
Fig. 4.34 Intercambiador o recuperador de calor tipo	108
Fig. 4.35 Ejemplo de ventilación en el interior de las viviendas.....	109
Fig. 4.36 Ejemplo de actuación con intercambiador de calor	110

Fig. 5.1 Calderas de condensación tipo	114
Fig. 5.2 Caldera de biomasa tipo	115
Fig. 5.3 Aire acondicionado portátil	120
Fig. 5.4 Aire acondicionado de ventana	120
Fig. 5.5 Compacto condensado por aire en falso techo	122
Fig. 5.6 Compacto condensado por aire en cubierta con expulsión de aire al exterior....	122
Fig. 5.7 Compacto condensado por aire en cubierta sin expulsión de aire al exterior	123
Fig. 5.8 Compacto condensado por agua en descarga directa.....	124
Fig. 5.9 Sistema de climatización tipo no autónomo de torre abierta de tiro incluido.....	125
Fig. 5.10 Sistema de climatización tipo de torre híbrida de circuito cerrado.....	125
Fig. 5.11 Equipo partido individual condensado por aire.....	126
Fig. 5.12 Equipo partido todo aire con zonificación	127
Fig. 5.13 Sistema split	128
Fig. 5.14 Sistema multisplit.....	128
Fig. 5.15 Equipo con unidades múltiples de tipo mural y tipo consola	128
Fig. 5.16 Cuadro sinóptico del ciclo frigorífico	131
Fig. 5.17 Esquema tipo de frío solar por absorción	133
Fig. 5.18 Conducto solar	137
Fig. 5.19 Vista del conducto solar por el interior de la estancia	137
Fig. 5.20 Muro cortina de la Biblioteca General de la Universidad de Alicante	138
Fig. 5.21 Bombilla incandescente	139
Fig. 5.22 Bombilla LED	139
Fig. 5.23 Comparativa de tipos de bombillas y lámparas.....	140
Fig. 5.24 Puntos mínimos de utilización por estancia	142
Fig. 5.25 Consumo de electrodomésticos según tipo de equipamiento	143
Fig. 5.26 Interpretación de la etiqueta energética tipo.....	145

Fig. 5.27 Intercambiador interno al depósito.....	151
Fig. 5.28 Intercambiador externo al depósito.....	152
Fig. 5.29 Apoyo con sistema secundario mediante calentador eléctrico	153
Fig. 5.30 Esquema de instalación tipo de placas solares fotovoltaicas.....	155
Fig. 5.31 Aerogeneradores formando un parque eólico tipo.....	163
Fig. 5.32 Aerogenerador y torre de sustentación en una instalación híbrida.....	164
Fig. 6.1 Situación geográfica del Altet	165
Fig. 6.2 Cartel de acceso al Altet	166
Fig. 6.3 Situación geográfica de las vías principales del Altet	167
Fig. 6.4 Vuelo fotogramétrico 1929-1930 Ruiz de Alda (Cuenca del Segura)	168
Fig. 6.5 Vuelo fotogramétrico 1945-1946 Americano Serie A.....	169
Fig. 6.6 Vuelo fotogramétrico 1956-1957 Americano Serie B.....	170
Fig. 6.7 Barrio del ensanche del Altet.....	171
Fig. 6.8 Primer plano de ordenación urbana del Altet 1967	173
Fig. 6.9 Firma y fecha (Sept. 1967) del primer plano de ordenación urbana.....	173
Fig. 6.10 Vuelo fotogramétrico 1973-1986 Interministerial	175
Fig. 6.11 Fotogrametría aérea del Altet 1984	177
Fig. 6.12 Plano topográfico del Altet 1984	177
Fig. 6.13 Vuelo fotogramétrico 1980-1986 Nacional	178
Fig. 6.14 Suelo no urbanizable del Altet 1998.....	179
Fig. 6.15 Vuelo fotogramétrico 2012 Vuelo PNOA.....	180
Fig. 6.16 Vuelo fotogramétrico 2014 Vuelo PNOA.....	181
Fig. 6.17 Plano sectorización de tipologías constructivas en base al PGOU	184
Fig. 6.18 Leyenda de simbología y clasificación de suelo PGOU Elche.....	185
Fig. 6.19 Plano tipología de suelo urbanizable del PGOU Elche.....	186
Fig. 6.20 Ángulo de orientación de la vivienda respecto al norte.....	187

Fig. 6.21 Plano orientaciones Sector I según PGOU Elche.....	188
Fig. 6.22 Plano orientaciones Sector II según PGOU Elche.....	188
Fig. 6.23 Plano orientaciones Sector III según PGOU Elche.....	189
Fig. 6.24 Edificación Tipo A.....	190
Fig. 6.25 Edificación Tipo B	191
Fig. 6.26 Edificación Tipo C	192
Fig. 6.27 Edificación Tipo D.....	193
Fig. 7.1 Perspectiva de una casa típica del camp d'Elx.....	196
Fig. 7.2 Fachada de Levante casa típica del camp d'Elx	197
Fig. 7.3 Fachada de Levante casa típica del camp d'Elx	197
Fig. 7.4 Fachada Sur y principal de una casa típica del camp d'Elx	198
Fig. 7.5 Fachada Sur y principal de una casa típica del camp d'Elx	198
Fig. 7.6 Fachada de Poniente casa típica del camp d'Elx	199
Fig. 7.7 Muro de mampostería de la casa típica del camp d'Elx	199
Fig. 7.8 Planta de distribución del proyecto original de 1890.....	203
Fig. 7.9 Vista general de la vivienda original ejemplo en 1984	204
Fig. 7.10 Vista de la fachada principal de la vivienda original ejemplo en 1984.....	204
Fig. 7.11 Comparativa entre la vivienda original y la modificación de 1986.....	205
Fig. 7.12 Planta de distribución del proyecto modificado de 1986.....	207
Fig. 7.13 Plano de distribución de la vivienda ejemplo realizado en 1986	208
Fig. 7.14 Proceso de construcción fachada Oeste de la vivienda ejemplo en 1984.....	209
Fig. 7.15 Proceso de construcción fachada Sur de la vivienda ejemplo en 1984	209
Fig. 7.16 Cubierta terminada de la vivienda ejemplo en 1986.....	210
Fig. 7.17 Fachada Este terminada de la vivienda ejemplo en 1986	210
Fig. 7.18 Vista general fachada principal (Sur)	212
Fig. 7.19 Vista general fachada lateral (Oeste).....	212

Fig. 7.20 Vista general fachada lateral (Este)	213
Fig. 7.21 Vista general puerta de entrada principal	213
Fig. 8.1 Vista general puerta de entrada principal	215
Fig. 8.2 Zona climática para una h=10msnm en la provincia de Alicante	216
Fig. 8.3 Ángulo de orientación de la vivienda ejemplo	216
Fig. 8.4 Demanda de litros ACS por día y persona	217
Fig. 8.5 Ángulo de orientación de la vivienda ejemplo	218
Fig. 8.6 Envoltente térmica de la vivienda ejemplo	219
Fig. 8.7 Fachada tipo A de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo	220
Fig. 8.8 Transmitancia de fachada tipo A de la envoltente térmica	220
Fig. 8.9 Fachada tipo B de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo	221
Fig. 8.10 Transmitancia de fachada tipo B de la envoltente térmica	221
Fig. 8.11 Fachada tipo C de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo	222
Fig. 8.12 Transmitancia de fachada tipo C de la envoltente térmica	222
Fig. 8.13 Fachada tipo D de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo	223
Fig. 8.14 Transmitancia de fachada tipo D de la envoltente térmica	223
Fig. 8.15 Fachada tipo E de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo.....	224
Fig. 8.16 Transmitancia de fachada tipo E de la envoltente térmica.....	224
Fig. 8.17 Alzado fachada Oeste	225
Fig. 8.18 Cubierta tipo A de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo.....	226
Fig. 8.19 Transmitancia de la cubierta tipo A de la envoltente térmica	226
Fig. 8.20 Cubierta tipo B de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo.....	227
Fig. 8.21 Transmitancia de la cubierta tipo B de la envoltente térmica	227
Fig. 8.22 Pavimento tipo A de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo	228
Fig. 8.23 Transmitancia del pavimento tipo A de la envoltente térmica.....	229
Fig. 8.24 Falso techo A de la envoltente térmica de la vivienda ejemplo.....	229

Fig. 8.25 Transmitancia del pavimento tipo A de la envolvente térmica	230
Fig. 8.26 Tabiquería tipo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo	231
Fig. 8.27 Transmitancia de tabiquería tipo A de la envolvente térmica.....	231
Fig. 8.28 Tabiquería tipo B de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo.....	232
Fig. 8.29 Transmitancia de tabiquería tipo B de la envolvente térmica.....	232
Fig. 8.30 Tabiquería tipo C de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo.....	233
Fig. 8.31 Transmitancia de tabiquería tipo C de la envolvente térmica	233
Fig. 9.1 Fachada Sur y Oeste de la vivienda ejemplo.....	238
Fig. 9.2 Fachada Norte y Este de la vivienda ejemplo.	238
Fig. 9.3 Certificación de calificación energética de la vivienda sin intervención	239
Fig. 9.4 Pérdidas y ganancias de calefacción en la vivienda ejemplo.....	241
Fig. 9.5 Pérdidas y ganancias de refrigeración en la vivienda ejemplo	242
Fig. 10.1 Transmitancia de fachada tipo A.2 de la envolvente térmica	244
Fig. 10.2 Transmitancia de fachada tipo B.2 de la envolvente térmica.....	245
Fig. 10.3 Transmitancia de fachada tipo C.2 de la envolvente térmica.....	246
Fig. 10.4 Transmitancia de fachada tipo D.2 de la envolvente térmica	247
Fig. 10.5 Transmitancia de fachada tipo E.2 de la envolvente térmica.....	248
Fig. 10.6 Transmitancia de cubierta tipo B.2 de la envolvente térmica	249
Fig. 10.7 Transmitancia de pavimento de la envolvente térmica	250
Fig. 10.8 Transmitancia del falso techo de la envolvente térmica	251
Fig. 10.9 Caudales de ventilación mínimos exigidos	253
Fig. 11.1 Zona climática expuesta por Junkers	257
Fig. 11.2 Calculo del tipo de radiador expuesto por Junkers	258
Fig. 11.3 Certificación de calificación energética de la vivienda con intervención	259
Fig. 11.4 Pérdidas y ganancias de calefacción en la vivienda ejemplo con intervención..	261
Fig. 11.5 Pérdidas y ganancias de refrigeración en la vivienda ejemplo con intervención	261

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Condiciones de confort según Norma UNE-EN-ISO 7730:2006.....	62
Tabla 4.1 Características de las carpinterías según zona climática.....	85
Tabla 4.2 Velocidades de aire y sensación de confort	99
Tabla 5.1 Calificación energética de equipos de refrigeración	129
Tabla 6.1 Clasificación sectorial según dirección de viales	183
Tabla 6.2 Clasificación edificatoria según la tipología.....	185
Tabla 6.3 Clasificación edificatoria según su orientación.....	187
Tabla 6.4 Años de construcción y nº de viviendas.	194
Tabla 8.1 Resumen transmitancia térmica en fachadas.....	225
Tabla 8.2 Resumen transmitancia térmica en cubiertas	228
Tabla 8.3 Resumen transmitancia térmica en tabiquería interior	234
Tabla 8.4 Cuadro resumen transmitancia térmica de la envolvente	235
Tabla 10.1 Cuadro comparativo de transmitancia térmica de la envolvente	252
Tabla 11.1 Dimensionado de los radiadores en base a Junkers.....	258
Tabla 11.2 Comparativo de los resultados sin y con intervención.....	262

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El ser humano, desde el principio de los tiempos, ha tenido la necesidad vital de consumir energía para su desarrollo. Durante este periodo, la forma de obtención de dicha energía se realizaba a través de explotar los recursos naturales sin ningún criterio; ya que la presencia de dicha explotación de recursos naturales se debía a la existencia de un gran número de ellos; considerándose una explotación no sostenible y que apenas producía un impacto negativo a nivel ecológico.

En la época Preindustrial la mayor parte de la energía provenía de la madera, estiércol y/o desechos agrícolas para transformarlos en fuego, obteniendo así combustible con que calentarse el ser humano. Con la llegada de la Revolución Industrial se empezó a usar la energía proveniente de combustibles fósiles, en la que mayoritariamente se utilizaba el carbón. Así fue hasta finales del siglo XIX cuando se produjo la segunda revolución industrial, en la que el gasto de energía provenía del gas y petróleo; ambos provenientes de fuentes de energía no renovables.

Dichas revoluciones otorgaron un gran cambio en los modelos de edificación y de asentamientos humanos, ya que tanto la energía como el transporte pasaron a actuar como motores del crecimiento. Las ciudades aumentaban en tamaño y número mientras que la energía para su abastecimiento era cada vez más demandada y se producía cada vez de lugares más lejanos.

Gracias a ello, la humanidad pudo desarrollar un progreso creciente y, desafortunadamente, incontrolado en la obtención de la energía; lo que conlleva a una explotación masiva de los recursos naturales para poder satisfacer las demandas energéticas que la humanidad necesita diariamente. Dichos procesos de obtención generan impactos negativos en el medio ambiente, además de disminuir las fuentes de recursos y aumentar los costes en la producción de dichas energías.

A consecuencia de dichos impactos y como consecuencia de una serie de acciones medioambientales, surgió hace unos años el ya conocido fenómeno de cambio climático,

producido en este caso por la incontrolada y desproporcionada necesidad de demanda energética en el mundo.

Para reducir dichos contaminantes que se vierten a la atmosfera y contribuir a frenar dicho cambio climático, se propusieron varias medidas para la población como para las industrias de todo tipo; de las cuales las más importantes en España fueron: usar el transporte público de forma habitual además de consumir vehículos de bajas emisiones contaminantes, reciclar los residuos que generamos diariamente, apagar tanto luces como electrodomésticos si no están en funcionamiento, entre muchas otras.

Dichas medidas de ámbito generalizado no fueron suficientes para disminuir las emisiones contaminantes aprobadas por el Protocolo de Kioto en 1997. En dicho protocolo se negociaron las medidas necesarias para que en los países industrializados redujesen las emisiones referentes a gases de efecto invernadero. La Unión Europea (UE) ratifico el protocolo de Kioto el 25 de Abril de 2002 entrando en vigor en 2005 (Consejo de la Unión Europea, 2002). A los países miembros se les fue asignados unos niveles de emisiones máximos que no podían superar (Consejo de la Unión Europea, 2006).

En los orígenes del protocolo se pretendía que las emisiones se redujeran una media de 5% con respecto a los niveles de 1990. La UE se comprometió la responsabilidad de reducirlas un 8% en el primer periodo correspondiente entre 2008 y 2012, adquiriendo independientemente el éxito a cada país miembro.

No obstante cinco de los países miembros de la UE no consiguieron cumplir dichas expectativas, incumpliendo así los objetivos individuales marcados, entre los que se encontraba España siendo el país con los niveles de contaminación más elevados comparado con el resto de países que componen la unión (G. Sevillano, 2014).

Gracias a la Cumbre del clima de Durban, se emitieron propuestas para renovar y dar continuidad al Protocolo de Kioto, por lo que se estableció el segundo periodo correspondiente entre 2013 y 2020. En él, los países de la UE se comprometieron a seguir trabajando en la disminución de emisiones contaminantes a la atmosfera, además de reducir el consumo y aumentar el uso de energías procedentes de fuentes renovables en un 20%. No obstante dicho compromiso resulta contradictorio, por lo menos en España, ya que las políticas de eficiencia energética no han sido ni son una cuestión prioritaria. A

lo largo de la historia, España se ha caracterizado por producir una pequeña cantidad de energía primaria en el interior; por lo que la ha llevado a poseer de una gran dependencia energética del exterior, hasta alcanzar valores del 76% de la energía importada que consumimos.

Dicho lo cual y gracias a las Directivas de Eficiencia Energética (DEE) que garantizan el cumplimiento de los objetivos de la UE respecto a la edificación; ayudan y sirven para contener las emisiones de gases de efecto invernadero provocando así el cambio climático, disminución del consumo de energía, aumento de la eficiencia energética y de la generación de energía a partir de fuentes renovables.

Además, el CTE también refleja muestras de requisitos mínimos en las edificaciones de obra nueva; por lo que ayuda a la contribución de la lucha contra el cambio climático.

Es por ello y ante el argumento expresado anteriormente, que el presente trabajo cree en la necesidad de fomentar, continuar y perseguir la tendencia actual apostando por la eficiencia energética en la edificación, tanto de obra nueva como en rehabilitación; para así enfocar las futuras edificaciones hacia viviendas con consumo de energía casi nulo; basándose en algunos aspectos de la bioconstrucción, construcción sostenible o Passivhaus, entre muchos otros modelos y/o sistemas de eficiencia energética en la construcción. No es solo por la necesidad de intentar frenar el cambio climático, sino también de compromiso, tanto con el medio ambiente como en la creación de empleo para ayudar a la economía de un país que parece resurgir de sus cenizas tras la crisis económica iniciada en Estados Unidos en 2008.

Por último y como apunte hacia la reflexión; la mayoría de las personas que van a adquirir un nuevo vehículo se fijan, entre otras cosas, en su consumo ya que depende mucho del gasto que va a tener dicho vehículo en su vida útil; pero a la hora de la adquisición de una vivienda, mayoritariamente en España nadie pregunta, se tiene en cuenta o se crea un factor determinante en su consumo; siendo este último el mayor de los dos con una gran diferencia además de poseer una vida útil más duradera. En otros países dicha conciencia está más desarrollada creando dicho condicionante.

1.2 MARCO TEÓRICO

En 1973 se inicio la crisis del petróleo (o primera crisis del petróleo), por la cual la Organización de Países Árabes Exportadores de petróleo junto con miembros de la OPEP; decidieron no exportar más petróleo a los países que habían apoyado a Israel durante la guerra de Yom Kipur; donde afecto a Estados Unidos y a sus aliados en Europa Occidental.

Es entonces cuando mundialmente se hace necesario controlar y aprovechar mejor el uso de la energía, incluyendo a todos los sectores de la economía, como el de la construcción; produciendo así la necesidad de establecer unas normas obligatorias para dicho control y aprovechamiento.

Para tal fin, en 1979 se aprueba la primera normativa de eficiencia energética en España con la entrada en vigor del Real Decreto 2429/79, en el que se aprueba la Norma Básica de Edificación NBE-CT-79, sobre condiciones Térmicas en los Edificios (España. Presidencia del Gobierno, 1979, p. 24524).

En esta primera NBE, se establecen para los edificios un máximo permitido de coeficiente de transmisión térmica global, dependiendo de la zona climática donde se encuentre dicho edificio. Por ello, se establecen cinco zonas climáticas dependiendo del tipo de clima a lo largo de todo el año, tales como zona A, B, C, D y E (España, 1979, p. 24527).

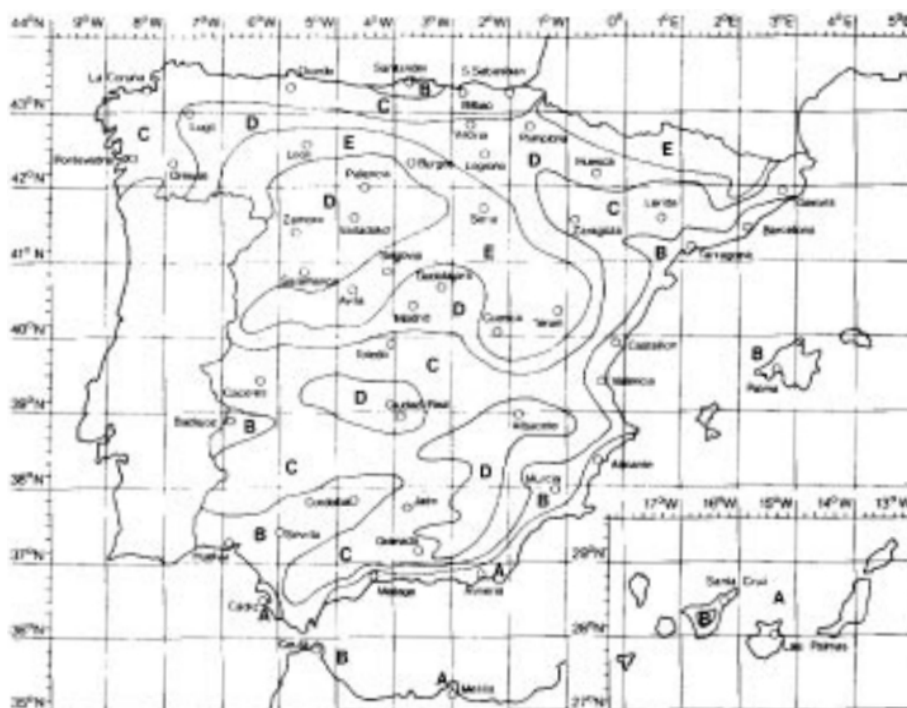


Fig. 1.1 Mapa 1: Zonificación con base 15-15 dados en la norma UNE 24.046

Fuente: (España, 1979, p. 24527)

En 1997 se aprueba el protocolo de Kioto, en Japón; el cual se expondrá con más claridad y detalles en el siguiente apartado dado la influencia que otorgó en el campo del consumo de energía a nivel mundial.

En 1998 se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC); cuyo objetivo es *“establecer las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios, destinados a atender la demanda de bienestar térmico e higiénico a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente, y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos esenciales que deben cumplirse en los edificios, y todo ello durante un periodo de vida económicamente razonable...”* (España. Presidencia del Gobierno, 1998, p. 26588).

Ante la necesidad de transponer la directiva europea 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios, surge el Código Técnico de la Edificación con su entrada en vigor en 2006 (España. Ministerio de Vivienda, 2006); además de redactar un

nuevo y actualizado Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado en 2007, derogando y sustituyendo así al antiguo RITE establecido en 1998 (España. Presidencia del Gobierno, 2007a).

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) declaró en 2014 refiriéndose a la promulgación de la Ley 82/80, en 1980, de Conservación de la Energía; que *“se creó un verdadero punto de partida en las políticas de eficiencia energética y diversificación de fuentes en nuestro país, y a partir de ella se ha ido desarrollando todo un tejido normativo cada vez mas armonizado con el de la Unión Europea”*.

La mayoría de edificios pertenecientes al sector residencial y al sector terciario captaban la gran parte del consumo final de la energía que se creaba en la Comunidad Europea. Con las previsiones de que ambos sectores seguirían creciendo exponencialmente, se preveía un aumento en el consumo de energía y, en consecuencia, un aumento en las emisiones de CO₂.

Para establecer un remedio a lo anteriormente expuesto, en 2002 entra en vigor la directiva 2002/91/CE, cuyo objetivo es fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad Europea. Dicha normativa expone en su pre-apartado nº9 *“Las medidas para fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios deben tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, así como el entorno ambiental interior y la relación coste-eficacia”* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2002, p. L 1/65).

En su artículo 5 referente a edificios nuevos expone que *“Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que los edificios nuevos cumplan los requisitos mínimos de rendimiento energético”*; añadiendo en su artículo 6 referente a edificios existentes que *“Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m², se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable”* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2002, p. L 1/68).

En España no se cumple la directiva anteriormente expuesta hasta el año 2007, con la entrada en vigor del Real Decreto 47/2007 referente a certificación energética de edificios de nueva construcción.

Anteriormente en el año 2003, fue aprobada la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4). Esta estrategia, *“facilitará el cumplimiento del objetivo del 12% fijado por el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, aprobado este último, en diciembre de 1999”*; además de *“la moderación del crecimiento de la demanda energética prevista en la Estrategia, como resultado de la puesta en marcha de una serie de medidas de mejora tecnológica, normativas y de regulación, dirigidas a todos los sectores consumidores finales de energía y al propio sector transformador (refino, generación de electricidad y cogeneración), permitirá reducir en el horizonte de la Estrategia el grado de dependencia energética”* (IDAE, 2004, p. 15).

A continuación se expone la Fig. 1.2 referente al consumo de energía primaria total de todos los sectores por fuentes en España en el año 2005.

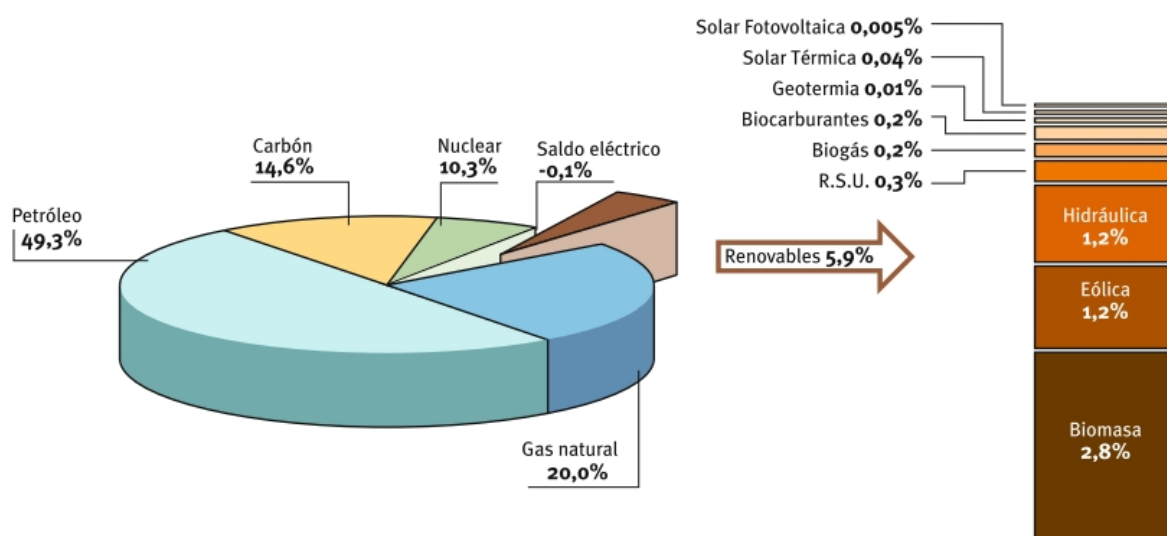


Fig. 1.2 Consumo de energía primaria total de todos los sectores en España, 2005

Fuente: (IDAE, 2006, p. 15)

Tal y como se puede observar, el uso del petróleo es la fuente de energía primaria por excedencia que se consume en España (datos de 2005) con un 49'3%; mientras que el gas natural se posiciona en segundo lugar con un 20'0%. Las energías renovables se

encuentran en último lugar con un 5'9%, cuya mayor energía consumida es la biomasa con un 2'8%.

Además, también se expone a continuación la Fig. 1.3, referente al consumo de energía primaria por fuentes en la Unión Europea-25 en el año 2004 (el numero 25 hace referencia al número de países que formaban la UE a partir de Mayo de 2004); para realizar una breve comparativa entre España y sus países vecinos.

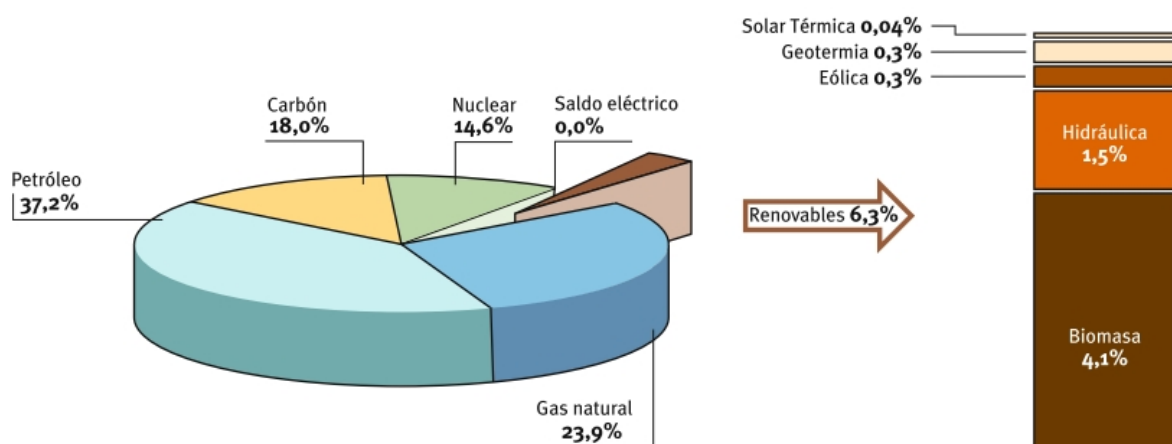


Fig. 1.3 Consumo de energía primaria total de todos los sectores en la UE-25, 2004

Fuente: (IDAE, 2006, p. 17)

Como se puede apreciar, el uso del petróleo en la Unión Europea-25 (dato de 2004) es del 37'2%, porcentaje menor al de España (49'3%); mientras que el gas natural sigue posicionándose en segundo lugar con un 23'9%, mayor al de España (20'0%). Dicha diferencia recae en el uso del carbón, ya que España no posee canteras en uso mientras que en la Unión Europea sí. Por último, las energías renovables se encuentran, del mismo modo que en España, en último lugar con un 6'3%, algo mayor que al dato de España (5'9%).

Para una mayor aclaración, se expone la siguiente Fig. 1.4 con un grafico comparativo entre los consumos de energía primaria entre España y la Unión Europea-25.

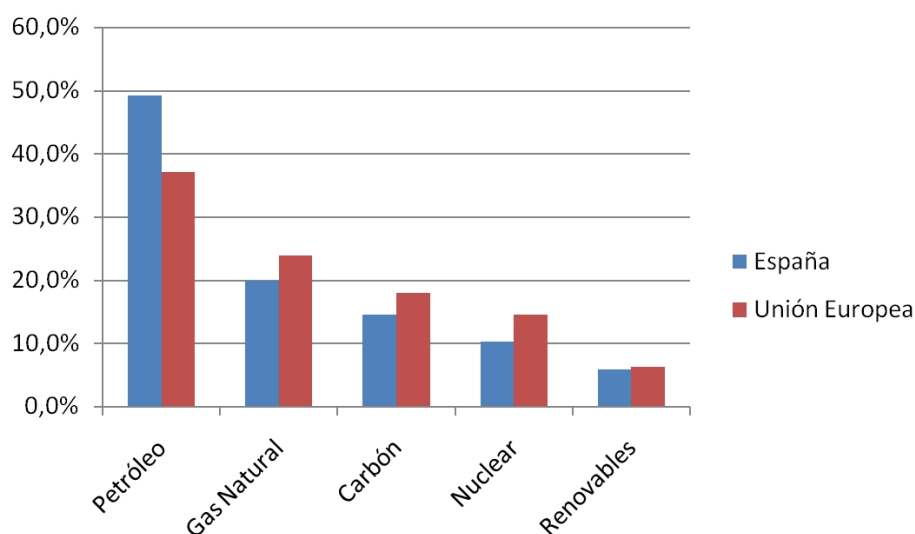


Fig. 1.4 Grafico comparativo de consumos de energía primaria. España y UE-25

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (IDAE, 2006, pp. 15, 17)

Por otro lado, dicha energía producida por diversas fuentes; se utilizan para dar servicio a diversos usos. Para el sector residencial, dichos usos son los que necesita una vivienda para su funcionamiento; siendo el reparto muy desigual en el territorio español en el año 2014.

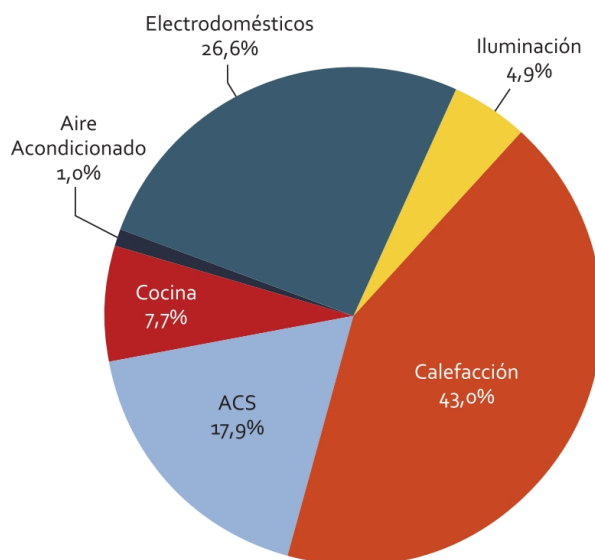


Fig. 1.5 Distribución de consumo energético en el sector residencial español 2014

Fuente: (España, 2015, p. 171)

El motivo principal que hace que los diversos países industrializados adopten medidas mejorando la eficiencia energética y fomentando el ahorro de energía, es a causa de la importante consciencia que ha albergado la eficiencia energética tanto en la producción como en el confort de la población; haciendo imprescindible reducir el consumo de la actividad económica y del nivel de confort (manteniendo en todo momento las mismas características) creando nuevos métodos que logren tal fin.

En 1995 la Unión Europea aprueba el Libro Blanco de la Energía (*“Una política energética para la Unión Europea”*) exponiendo que *“los planes estratégico y de acción del presente Libro Blanco están dirigidos hacia el objetivo de lograr una penetración de las fuentes de energía renovables en la Unión del 12% antes del año 2010, objetivo ambicioso, pero realista”* (Comisión Europea, 1995, p. 10); además de una normativa de eficiencia energética que se desarrolla por el Libro Verde hacia una Estrategia Europea de Seguridad de Abastecimiento Energético, que se publica en 2001; junto con el programa *“Intelligent Energy for Europe”* (Energía Inteligente para Europa) aprobado en 2002.

Dichas normativas tenían como objetivo el de reducir la intensidad energética global en un 1% cada año hasta el año 2010, junto con un uso racional y optimo de la energía; además de gestionar la demanda energética, promover nuevas energías renovables, estudiar los aspectos energéticos del transporte y la promoción internacional de las energías renovables y de la eficiencia energética. Para dichos objetivos se crearon unos programas de acción que se exponen a continuación:

- SAVE: Eficiencia energética y uso racional de fuentes de recursos energéticos.
- ALTENER: Nuevas fuentes de energía renovables.
- STEER: Energía en el transporte.
- COOPENER: Promoción internacional de renovables y eficiencia energética (IDAE, 2006, pp. 29, 30).

El programa SAVE surge de la directiva 93/76/CEE, y tiene como objetivo *“la limitación, por parte de los Estados miembros, de las emisiones de dióxido de carbono, mediante la mejora de la eficacia energética”* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 1993, p. 28) además de establecer programas relativos a la certificación energética de los edificios.

Dicho objetivo es perseguido por la entrada en vigor de las siguientes leyes:

- Directiva sobre el comercio de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Directiva sobre la eficiencia energética en los edificios.
- Directiva 2001/77/CE 27 de 2001, relativa a la promoción de generación de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables.
- Directiva sobre cogeneración y requisitos mínimos de rendimiento.
- Directiva sobre la promoción de biocombustibles.

Según el IDAE, fuera de los límites de la Unión Europea se destacan normativas y programas como los de la agencia de la OCDE, formada por 26 países entre los que se encuentra España; además de la AIE (Agencia Internacional de la Energía) (IDAE, 2004, pp. 29, 30).

Para obtener una mayor comprensión de la evolución normativa de la eficiencia energética y de la implementación de dichas normas europeas al marco normativo español referentes al ahorro energético; se adjunta en la siguiente Fig. 1.6, un esquema del resumen con las normativas europeas a las que se ha basado España para la elaboración de sus normas estatales.

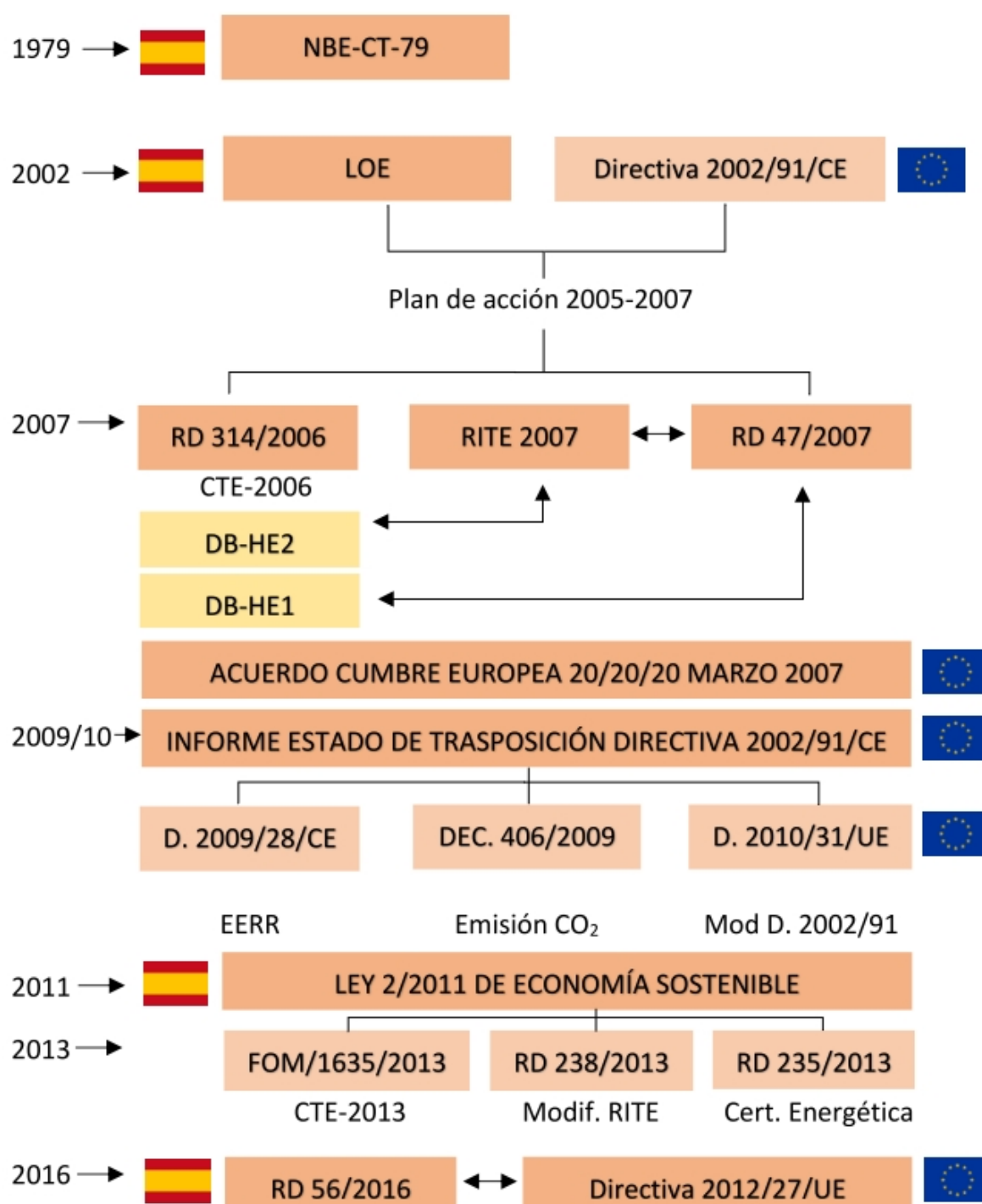


Fig. 1.6 Esquema de desarrollo normativo hasta el año 2016.

Fuente: (Bonmatí Bascuñana, 2016, p. 13) en base a (Ó. Redondo Rivera, 2014, pp. 43, 50)

Para crear una unión entre los requisitos establecidos en la legislación española (LOE 1999) junto con la necesidad de trasponer las directivas europeas aprobadas (EPBD 2002); son necesarias unas estrategias energéticas en España, que se concretan en la

redacción de los siguientes documentos reglamentarios (Bonmatí Bascuñana, 2016, p. 14):

- Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE (DB HE) (España. Ministerio de Fomento, 2013).
- Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en 2007 (RITE) (España. Presidencia del Gobierno, 2007a).
- Real Decreto por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (España. Presidencia del Gobierno, 2007b).
- Ampliación del Real Decreto anteriormente citado por el Real Decreto actualmente vigente por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios (España. Presidencia del Gobierno, 2013).

Así pues, el objetivo principal que posee la normativa, haciendo referencia a todos los cambios y creaciones de las mismas; se asocia a la necesidad de mejorar la eficiencia energética de las viviendas; proponiendo soluciones y estrategias de actuación en el sector de la construcción.

Dichas estrategias se basan en dos grandes grupos: reducir la demanda energética junto con el consumo energético. Para cada una de ellas, se desarrollan técnicas, soluciones constructivas, equipos y métodos de utilización.

1.2.1 LAS REACCIONES INTERNACIONALES. EL PROTOCOLO DE KIOTO

En 1992 tiene lugar en Rio de Janeiro la Cumbre de la Tierra, donde se crea la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) cuyo objetivo principal es la regularización de los niveles de gases contaminantes (de efecto invernadero) que se vierten a la atmosfera; para permitir un desarrollo sostenible a nivel global.

A raíz de dicha Cumbre, en 1997 se aprueba el Protocolo de Kioto en Japón como un acuerdo internacional; ya que se demostró que los compromisos expuestos en la Cumbre de Rio de Janeiro eran insuficientes ante la evolución que se preveía venir. Para tal fin, el objetivo de dicho Protocolo es el de alcanzar unos objetivos concretos de actuación que se empezaron a tratar en la Cumbre.

Sin embargo no fue valido hasta 2004 con la ratificación de Rusia, ya que una de las clausulas que se establecieron fue la que todos los miembros pertenecientes al Protocolo representases como mínimo el 55% de las emisiones totales de dióxido de carbono (CO₂) a nivel mundial. Así pues, el 16 de febrero de 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto con el apoyo de 141 países que firmaron para tal fin (United Nations, 2005, p. 1).

Cabe mencionar que a fecha de 18 de noviembre de 2004 *“sólo cuatro países industrializados no han ratificado el Protocolo de Kioto, a saber, Australia, Liechtenstein, Mónaco y los Estados Unidos. Australia y los Estados Unidos han manifestado que no tienen intención de hacerlo; juntos, representan más de un tercio de los gases de efecto invernadero emitidos por los países industrializados”* (United Nations, 2005, p. 2).

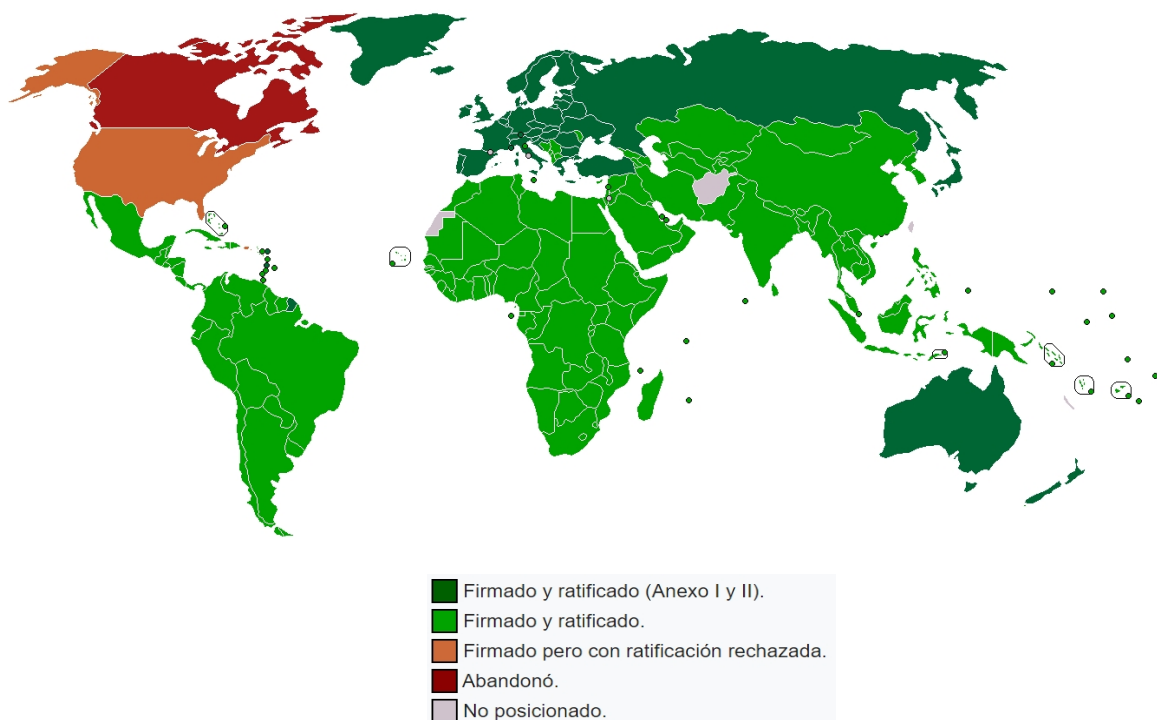


Fig. 1.7 Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto

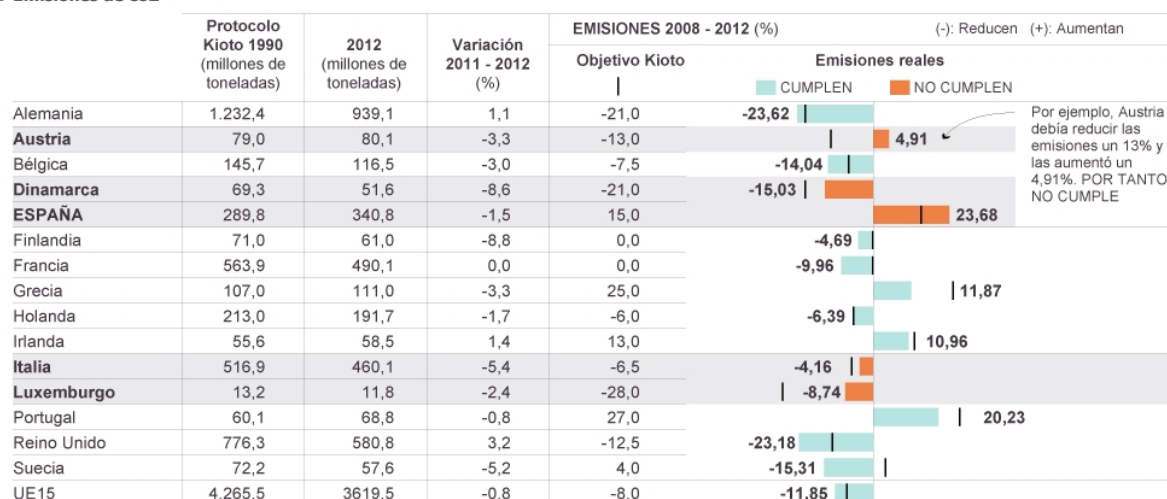
Fuente: (Urbana, 2012), consultado el 14/05/2017.

El Protocolo de Kioto tiene como objetivo el de conseguir una reducción de los gases de efecto invernadero en un 5'2% respecto a los niveles de 1990 en una primera fase que corresponde al periodo comprendido entre los años 2008 y 2012. Por su parte, la Unión Europea se comprometió a reducir en un 8% dichas emisiones.

Para tal fin, a cada país le es asignado un correspondiente porcentaje personalizado repartiendo así el total del 5'2%; por lo que cada país miembro debe y tiene que alcanzar dicho porcentaje personalizado a través de aplicaciones nacionales en forma de Reales Decretos y Leyes.

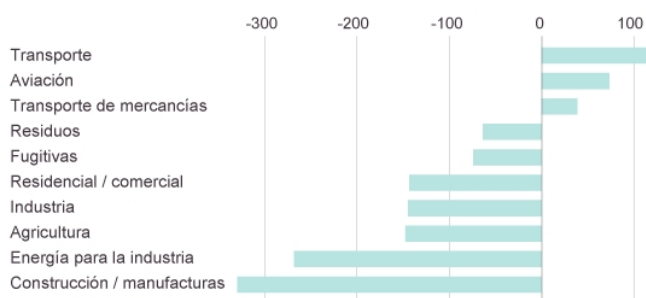
Afortunadamente, se consiguió reducir el porcentaje establecido en el Protocolo a nivel global; pero individualmente algunos estados no lo consiguieron, entre ellos España y sobrepasando dicho límite máximo en exceso, siendo el país con el mayor número de emisiones reales de toda la Unión Europea.

► Emisiones de co2

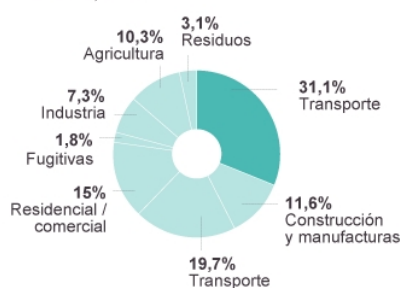


► Emisiones por sectores

Variación 1990-2012 en millones de toneladas



En 2012, en %



EL PAÍS

Fig. 1.8 Objetivos y emisiones de CO2 de la Unión Europea-15

Fuente: (G. Sevillano, 2014), consultado el 14/05/2017.

Actualmente, el Protocolo de Kioto se encuentra en su segunda fase, comprendida entre los años 2012 y 2020; en la cual se pretende reducir las emisiones de CO₂ en un 25% respecto a 1990. Además, se pretende que para el año 2050 se reduzcan las emisiones entre un 50-80% respecto a las del año 2000 (Granados Menéndez, 2010, p. 24).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

El presente trabajo tiene como objetivo principal describir y analizar las diferentes estrategias reales para mejorar la eficiencia energética de las viviendas aisladas existentes con una serie de condicionantes; para así alcanzar la máxima eficiencia posible y obtener, por consecuencia de lo anterior, una alta calificación energética. Además, se verificará su aplicación realizando una actuación de rehabilitación energética concreta en la zona del ensanche del Altet en Elche (Alicante).

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para conseguir el propósito del objetivo principal anteriormente expresado, se plantean una serie de objetivos específicos a conseguir en el presente trabajo. Dichos objetivos específicos se describen a continuación:

- Exponer el marco normativo actual relativo a la rehabilitación energética en cuando a su aplicación en la edificación existente.
- Exponer los conceptos básicos relativos a la eficiencia energética junto con los conceptos de rehabilitación energética; y su importancia de actuación.
- Estudiar las diferentes propuestas en forma de estrategias de actuación para reducir la demanda energética y el consumo energético en viviendas unifamiliares aisladas.
- Analizar el sistema constructivo de la vivienda ejemplo junto con su zona geográfica.
- Obtener la calificación energética sin actuación previa, de la vivienda ejemplo.
- Analizar los resultados obtenidos mediante la herramienta formato Excel proporcionada por (O. Redondo Rivera, 2016).
- Realizar una propuesta de intervención real en una vivienda unifamiliar del ensanche del Altet, como si de un ejemplo de actuación específico se tratase.

- Obtener la calificación energética con actuación previa, de la vivienda ejemplo.
- Analizar los resultados obtenidos mediante las conclusiones.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología del presente trabajo consistirá en introducir el concepto básico de eficiencia energética de los edificios, además de las consideraciones a tener en cuenta refiriéndose al bioclimatismo y viviendas *Passivhaus*; y como se debe aplicar dicho concepto al diseño de las viviendas para aprovechar la energía sostenible existente.

Se intentara mostrar la importancia de realizar una rehabilitación energética de una vivienda o edificio existente, y como esta puede llegar a obtener los mismos resultados que una edificación de obra nueva. Se enumeraran una serie de razones y beneficios para realizar dicha acción.

Una vez introducidos los conceptos anteriormente mencionados, se propondrán las diferentes estrategias para reducir tanto la demanda como el consumo energético de viviendas. En el caso de la demanda, su componente más relevante es el de disminuir la transmitancia térmica en los cerramientos de la envolvente térmica; además de realizar una ventilación idónea referida tanto a la higiene como a la eficiencia térmica.

En el caso del consumo, se desarrollara más ampliamente el uso de equipos o sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS), refrigeración, iluminación, electrodomésticos y hábitos de los usuarios, entre otros; y así demostrar que el consumo energético está relacionado con dichos equipos.

Fuera del ámbito energético, se desarrollara en profundidad la evolución historia del Altet, siendo el condicionante de dicha realización la nula bibliografía y referencias encontradas por parte del autor del presente trabajo en la evolución urbana del municipio. Además, y dentro de este apartado, se clasificaran las viviendas de la zona a actuar (el ensanche del Altet); para dar una posibilidad real de actuación ambientada en la rehabilitación energética a cualquier usuario que consulte el presente trabajo; y que obviamente, se realice en la zona del ensanche del Altet.

Además, y por la gran familiaridad que posee el autor con la vivienda ejemplo; se desarrollara su proceso de construcción; iniciado por el concepto básico de la casa rural típica del “*camp d’Elx*”, pasando por su proyecto inicial ejecutado en 1890, junto con su rehabilitación constructiva en 1986, hasta su estado inicial en 2017.

Volviendo al tema de actuación energética; se establece un ejemplo de actuación en la vivienda ejemplo otorgando los datos generales necesarios para introducir en el programa de certificación energética llamado “Herramienta unificada LIDER-CALENER” (HULC). Además se calculara la demanda de ACS junto con el cálculo de transmitancia térmica de todos los componentes que forman parte de la envolvente.

Se certificara, energéticamente, la vivienda sin ningún tipo de intervención con el programa de cálculo y se analizaran los resultados obtenidos para conocer y descubrir donde se encuentran las mayores pérdidas energéticas; entre otros parámetros.

Posteriormente se propondrán ejemplos de actuación basándose en las estrategias anteriormente expuestas, en función de la ubicación, situación y equipo/s donde se encuentra la mayor pérdida calorífica. Con ello se creara una propuesta de intervención. A partir de ahí, se introducirán nuevamente los datos básicos en el programa de certificación, junto con las nuevas propuestas de actuación; obteniendo una calificación a priori más alta de la anteriormente conseguida.

Por último, se redactaran las conclusiones obtenidas por la realización de la propuesta de actuación, basándose en las estrategias elaboradas de aplicación en viviendas existentes.

Los programas específicos que se han utilizado para la redacción del presente trabajo son:

- Mendeley Desktop, versión 1.17.9, registrado como alumno de la Universidad de Alicante.
- Autodesk AutoCad, versión 2012.
- Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), versión 1.0.1564.1124 de 3 de marzo 2017.
- Hoja de cálculo Excel de Oscar Redondo, (O. Redondo Rivera, 2016).

2 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS

2.1 CONCEPTOS GENERALES

El concepto de eficiencia energética puede describirse como la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos mediante dicha energía. Así pues, cuando se habla de eficiencia energética, se asume que esta relación puede y debe variar, para tener un menor consumo energético pero obteniendo el mismo resultado. El consumo puede expresarse por la siguiente función matemática:

$$\text{Consumo Energético} = \frac{\text{Demanda de Energía}}{\text{Rendimiento del sistema}} - \text{Aporte de Energías Renovables}$$

Para reducir el consumo energético se podrán realizar las siguientes estrategias:

- Reducir la demanda de energía (demanda energética).
- Aumentar el rendimiento del sistema.
- Aumentar el aporte de energías renovables.

El objetivo principal de la eficiencia energética es el de reducir la demanda energética lo máximo posible, y una vez alcanzada una demanda mínima, sea cubierta por equipos eficientes además de hábitos responsables. Así pues, cuando el valor de la eficiencia energética sea alto, se requerirá de una mejora en los sistemas energéticos que se están utilizando, lo que implica un ajuste y mejora de las tecnologías empleadas. Además de lo anterior, es imprescindible una adecuada gestión de los procedimientos y un cambio significativo en los hábitos de consumo de los usuarios de las viviendas para alcanzar la eficiencia energética buscada.

Expuesto lo anterior y para facilitar la comprensión de los usuarios y compradores de los diferentes productos con sus respectivas características técnicas, además de incentivar el uso de dichos equipos en las administraciones públicas; se crea y establece la

etiqueta energética como concepto uniformador, tanto de los edificios como de los aparatos.

Dicha etiqueta proporciona al usuario o comprador una información normalizada referente con el consumo energético y la eficiencia energética. La clase de eficiencia energética se expresa mediante flechas de una degradación de colores acompañadas con una letra distinta en cada caso, siendo la letra A la que significa la máxima eficacia, hasta la letra G que significa la mínima eficacia posible en edificaciones. La etiqueta viene derivada de la Directiva Europea 2010/31/UE.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
	Dirección
	Municipio
Referencia/s catastral/es	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kW h / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

Fig. 2.1 Etiqueta de calificación energética del edificio terminado

Fuente: (España. Ministerio de Energía Turismo y Agencia Digital, 2010b)

En equipos y/o aparatos, dicha etiqueta de eficiencia varía de letras, siendo la A+++ la que significa la máxima eficacia y la letra D significando la mínima. “El etiquetado está regulado en las Directivas de Ecodiseño (Ecodesign) (2009/125/EC) y en la Directiva

2010/31 de eficiencia energética” (España. Ministerio de Energía Turismo y Agencia Digital, 2010a).



Fig. 2.2 Etiqueta de calificación energética de equipos y/o aparatos

Fuente: (España. Ministerio de Energía Turismo y Agencia Digital, 2010a)

Por otro lado y refiriéndose a la edificación, se considera que la eficiencia energética se relaciona de forma directa con la manera de gestionar el consumo energético requerido para mantener el edificio en condiciones de confort para el uso al que destinen sus usuarios.

Es por ello que de acuerdo con la Directiva Europea 2002/91, Artículo 2.2, L 1/67; relativa a la eficiencia energética de la edificación, define el concepto de eficiencia energética de un edificio como: “la cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la

refrigeración, la ventilación y la iluminación". Además de que *"Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía"* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2002, p. L 1/67).

Reflejado lo anterior, se podrá deducir que la eficiencia energética tiene una relación inversa con el consumo por lo que una vivienda que requiera menos cantidad de energía para cubrir los requerimientos de habitabilidad, seguridad y confort; será más eficiente energéticamente; por lo que en consecuencia hay que actuar en el consumo.

Existen múltiples elementos que necesitan consumir energía para su correcto funcionamiento; pero cuando se refiere a la eficiencia energética de la edificación se refiere a los consumos necesarios para dar una respuesta correcta y optima a las necesidades de acondicionamiento térmico, lumínico y agua caliente sanitaria (ACS). Así pues, en un edificio o vivienda, el consumo de energía final puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{D}{\eta}$$

*Siendo: **C.** el consumo de energía final asociado a un determinado servicio (ACS, acondicionamiento térmico o iluminación); **D.** la demanda energética del edificio o vivienda para ese servicio durante un periodo de tiempo; **η.** El rendimiento medio de la instalación que se usa para cubrir ese servicio durante el anterior periodo de tiempo.*

Por lo tanto, para disminuir el consumo energético de una edificación o vivienda son necesarias una serie de actuaciones, tomando como referencia la expresión anterior, que se describen a continuación:

- Reducción del numerador de la ecuación: Reducir la demanda energética proponiendo estrategias para tal fin.
- Incremento del denominador de la ecuación: Incrementar el rendimiento de las instalaciones y equipos que dan cobertura al servicio energético.

- Actuación conjunta de la ecuación: Encontrar un equilibrio homogéneo reduciendo la demanda energética y aumentando el rendimiento de las instalaciones y equipos, para obtener un consumo de energía final óptimo.

Puesto que no se desarrollará en ningún momento el concepto de rendimiento energético de las instalaciones, se desarrollará en el presente apartado para facilitar la comprensión del concepto.

La definición de rendimiento energético está directamente relacionada con la necesidad energética que cubre el sistema (calefacción, refrigeración, ACS, iluminación, etc.) con la complejidad del mismo y con las fuentes de abastecimiento energético que se utilicen para tal fin.

El rendimiento expresa el cociente entre la energía obtenida (energía útil) de su funcionamiento y la energía suministrada o consumida por la máquina o proceso, refiriéndose dicha afirmación en términos físicos. El concepto se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{\text{Energía Obtenida}}{\text{Energía Suministrada}}$$

Siendo: η , el rendimiento; E , la energía.

Hay que tener en cuenta, que el rendimiento obtenido varía en función de los distintos elementos que componen el sistema; tales como los elementos de generación, las interrelaciones entre ellos y las unidades emisoras en contacto con el usuario. En consecuencia, para obtener un buen rendimiento global del sistema, la interrelación entre sus partes debe ser la adecuada; conjuntos de procesos que el fabricante de dichos sistemas debe certificar y ensayar para un correcto funcionamiento.

En el CTE, en su Documento Básico DB HE 0; referente al Ahorro de energía, en su Apéndice A destinado a Terminología; define los diferentes tipos de energía; siendo clasificadas en “energía primaria”, “energía final” y “energía útil”. En cada transformación de energía se producen pérdidas por los procesos de transformación; siendo los más comunes los referentes a transporte, distribución, transformación y en los sistemas técnicos de demanda; siendo la fórmula de aplicación la siguiente:

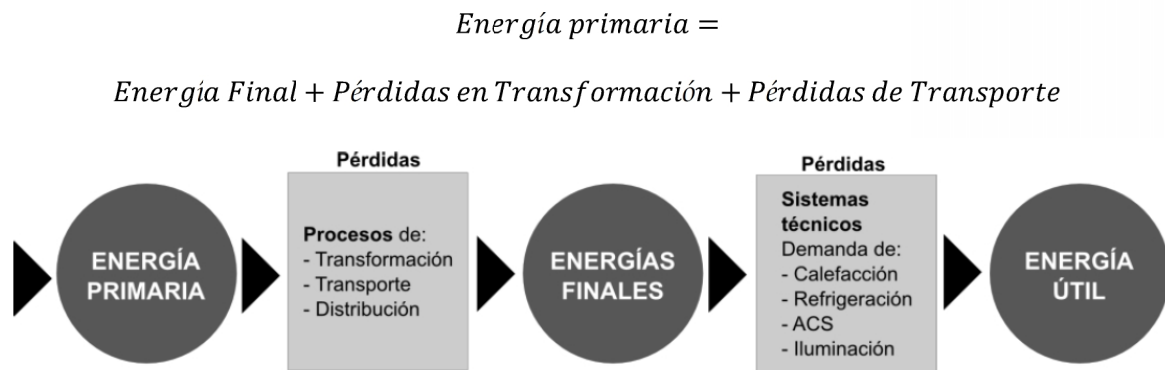


Fig. 2.3 Esquema general de transformación de energías

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 13)

➤ Energía primaria:

“Energía suministrada al edificio procedente de fuentes renovables y no renovables, que no ha sufrido ningún proceso previo de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.” (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 13).

➤ Energía final:

“Energía tal y como se utiliza en los puntos de consumo. Es la que compran los consumidores, en forma de electricidad, carburantes u otros combustibles usados de forma directa” (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 13).

➤ Energía útil:

Los sistemas de utilizan la energía final para satisfacer las necesidades del edificio o vivienda; en ocasiones *“disponen de rendimientos inferiores a la unidad, lo que significa que por cada Kw de energía que entra en el sistema es posible que tal solo se esté empleando, por ejemplo, un 90 u 80 % de dicha energía. Es lo que se conoce como energía útil”* (Ó. Redondo Rivera, 2014, p. 12).

2.2 CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE LA VIVIENDA

Al centrarse el presente trabajo en edificaciones existentes; tanto el diseño como ubicación y orientación de la misma son inamovibles. Así pues se tienen que crear estrategias en función de estos parámetros anteriormente citados.

Una de las bases de la estrategia consiste en aprovechar la radiación solar para obtener energía calorífica del exterior. Dicha estrategia pertenece a la base del concepto denominado “bioclimatismo”.

El concepto de bioclimatismo no nace de forma primaria sin apoyarse en alguna idea o concepto previamente establecido; sino que se basa en la arquitectura popular de las zonas climáticas donde es desarrollada en una vivienda. Se encuentra íntimamente ligada con la construcción ecológica, la cual se basa en utilizar medios de construcción que sean responsables con el medio ambiente.

La arquitectura popular tradicional a nivel general en los distintos climas, es aquella que presenta una serie de rasgos o características tipológicas comunes en su construcción, en determinados ámbitos geográficos; caracterizándose la construcción popular, en un clima frío, en grandes espesores de muros con cubiertas inclinadas; y la construcción, en un clima cálido, en pequeños espesores de muros con cubiertas planas. Caracterizándose también en la disposición de pequeños huecos, para climas fríos; y para climas cálidos, caracterizándose por poseer grandes huecos.

Volviendo al concepto del bioclimatismo, y tras consultar las definiciones expuestas en publicaciones de varios autores (Foro para la Edificación Sostenible de la Comunidad Valenciana, 2014; Neila González, 2004; Neila González & Acha Román, 2009) no existe como tal una definición consensuada.

Por tanto, el autor del presente trabajo considera que una aproximación al concepto bioclimático, aplicado a la edificación; se basa en el diseño y construcción de viviendas aprovechando las condiciones climáticas, las condiciones del entorno y los recursos disponibles para mejorar y aumentar el confort de los usuarios; además de disminuir los impactos ambientales priorizando el uso de soluciones pasivas a las activas, por lo que se reducirá el consumo energético.

Como se ha mencionado anteriormente, consiste en crear un diseño y construcción que se adapten al entorno al cual se van a construir. Puesto que el presente trabajo se basa en edificaciones existentes; una de las muchas estrategias que puede ser utilizada en dichas viviendas, siguiendo criterios bioclimáticos; será el condicionante climático, y se basará en la captación o difusión de la radiación solar generada por el soleamiento del sol. Además, otras estrategias que se pueden aplicar consistirán en aumentar el aislamiento, mejorar los huecos y utilizar sistemas de climatización natural.

2.2.1 CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

El presente trabajo considera que el condicionante climático más importante para formular estrategias bioclimáticas es la captación de radiación solar; existiendo, además, el viento y la lluvia.

El soleamiento viene precedido por la radiación solar que emite el sol. Dicha radiación solar se mide por unidad de superficie (W/m^2); y es la encargada de aportar energía calorífica al edificio de forma sostenible o ecológica. Al centrarse en viviendas ya construidas; el único parámetro en el que se puede basar una estrategia bioclimática como tal, será el aprovechamiento óptimo del sol según la estación del año. Para ello se basa en dos ciclos esenciales:

➤ El ciclo invernal:

Corresponde al ciclo donde las temperaturas exteriores son inferiores a las temperaturas de confort y, generalmente, a las interiores de la vivienda. La estrategia en el presente ciclo será la de aprovechar la máxima captación de radiación solar en los cerramientos exteriores de la vivienda con el fin de trasladar la energía acumulativa a las estancias interiores; además de facilitar el acceso directo de radiación y luz natural a las estancias. Con esta estrategia se disminuirá la demanda de calefacción.

Además, esta estrategia de captación solar será más efectiva en este ciclo, ya que la inclinación del sol respecto a la horizontal es de pocos grados; efecto que facilita la entrada de radiación solar.

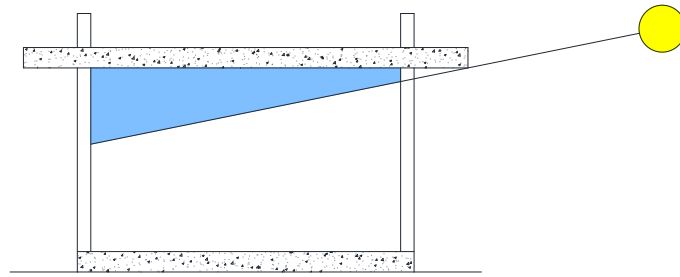


Fig. 2.4 Incidencia del sol en la vivienda en el ciclo invernal

Fuente: Elaboración propia

➤ **El ciclo estival:**

Corresponde al ciclo donde las temperaturas exteriores son superiores a las temperaturas de confort y, generalmente, a las interiores de la vivienda. La estrategia en el presente ciclo será la de rechazar la máxima captación de radiación solar en los cerramientos exteriores de la vivienda con el fin de conservar la energía refrigeradora que se acumula en las estancias interiores.

Además, esta estrategia de proteger los cerramientos de la radiación solar será más efectiva en este ciclo, ya que la inclinación del sol respecto a la horizontal es de muchos grados; efecto que dificulta la entrada de radiación solar.

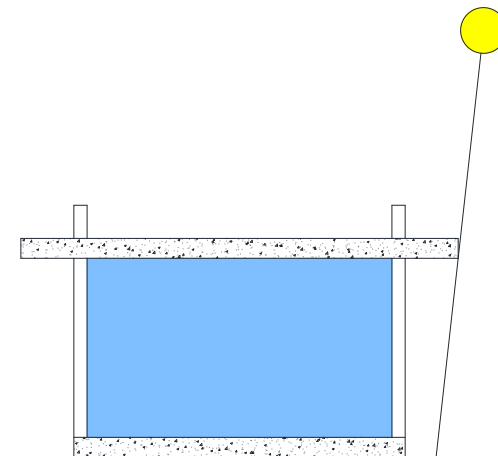


Fig. 2.5 Incidencia del sol en la vivienda en el ciclo estival

Fuente: Elaboración propia

Además de la acumulación de radiación en el primer ciclo, y ante la necesidad de ser trasportada a otros lugares donde se demande; la estrategia del ciclo invernal utiliza a su vez unas formas de transmisión o transferencia de calor, tales como la radiación, conducción y convección.

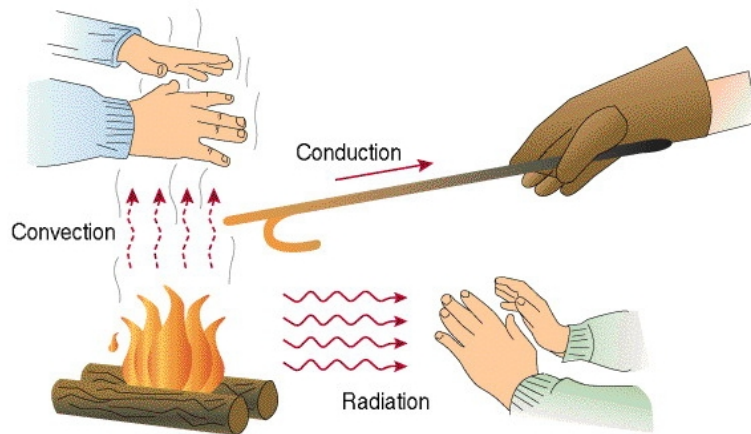


Fig. 2.6 Mecanismos básicos de transferencia de calor

Fuente: (Blogger, 2014), consultado el 07/05/2017.

3 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

3.1 LA IMPORTANCIA DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

El sector de la construcción, en su apartado de obra nueva, y tras empezar a superar la crisis económica sufrida desde 2008; va en auge diariamente. Con ello y al ser obras de nueva construcción, se debe cumplir obligatoriamente con los requisitos básicos mínimos que establece el CTE en su apartado de eficiencia energética, entre otros. Con ello se crean edificaciones energéticamente eficientes y en un futuro no muy lejano, en 2018, se actualizará el DB HE perteneciente al CTE; normativa la cual actualmente no está definida pero existe un documento de bases (España. Ministerio de Fomento, 2016a).

En dicho documento de bases se define por primera vez el concepto de edificios de consumo de energía casi nulo (*“nearly zero energy buildings”* con siglas nZEB en ingles) además de contar con la definición expuesta por la Directiva Europea 2010/31/UE siendo un *“edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, [...].La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno”* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010b, p. L 153/18).

Además, se establecen medidas para la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de fuentes renovables, y de actualizar los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Los cambios expresados anteriormente acerca del documento base del DB HE, tienen como objetivo principal el de reducir la dependencia energética de la Unión Europea y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (emisiones de CO₂); que es precisamente uno de los caminos que está siguiendo España, tardíamente con el resto de Europa, para luchar contra el cambio climático y cumplir así con el Protocolo de Kyoto.

¿Y qué sucede con las edificaciones existentes en las que no se vaya a realizar ningún tipo de intervención? La respuesta a dicha pregunta, a priori, es muy fácil: Nada,

ya que se construyeron con normativa inexistente o derogada y por tanto no están obligadas a cumplir los requisitos de eficiencia energética establecidos actualmente.

En contra, para aquellas edificaciones existentes en las que se realice alguna intervención como cambios de uso, ampliaciones, reformas, etc.; si que están obligadas a cumplir con los requisitos mínimos establecidos en el DB HE (España. Ministerio de Fomento, 2013, pp. 4, 9, 15, 46, 57, 71).

Por ejemplo, un criterio en el CTE DB HE 0, correspondiente a la limitación del consumo energético; en su apartado 1.1. para su ámbito de aplicación, será en *“edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 9), especificando en su versión comentada *“que esta sección HE0 no contempla en su ámbito de aplicación las intervenciones en edificios existentes (salvo las ampliaciones o el acondicionamiento de edificaciones abiertas), por lo que las exigencias en ella establecidas no resultan de aplicación en este tipo de intervenciones”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 9).

Otro criterio, por ejemplo, es en el CTE DB HE 1, correspondiente a la limitación de la demanda energética; en su apartado 1.1. Expone su ámbito de aplicación en intervenciones de edificios existentes cuando se realice una *“ampliación: aquellas en las que se incrementa la superficie o el volumen construido; reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio; y cambio de uso”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 15); especificando el apartado de reforma en su versión comentada que *“es importante notar que entre las obras de reforma no se incluyen aquellas actuaciones orientadas al exclusivo mantenimiento del edificio. Por tanto, a las intervenciones de ese tipo, como son por ejemplo el pintado de fachadas o la reposición de tejas, no les sería de aplicación esta sección”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 15).

Por lo tanto, para poder reducir al máximo las emisiones de CO₂ a la atmosfera y cumplir el Protocolo de Kyoto (entre otras medidas como el cumplimiento del CTE y necesidades de los habitantes de dichas viviendas existentes); la sociedad puede escoger las siguientes medidas a adoptar:

➤ **Construir edificios de obra nueva y edificios de consumo de energía casi nulo:**

Así se podrá compensar en un largo plazo las emisiones de CO₂ entre ambas categorías de edificaciones (viviendas existentes y nuevas); y cumplir con el Protocolo de Kioto. Esta medida sería la más tardía en llegar a producirse, ya que se necesitarían de muchos años para llegar a dicha compensación; además de que España actualmente se encuentra retrasada referido a la disminución de CO₂ respecto de Europa.

➤ **Derribar y construir de nuevo edificios con los requisitos obligatorios establecidos:**

Derribar y construir de nuevo edificios con los requisitos obligatorios establecidos: Así se podrá eliminar por completo las emisiones más grandes de CO₂ que emiten las viviendas pero se perderían por completo memorias constructivas históricas, recuerdos de los habitantes, etc. Esta medida supondría un cambio radical, ya que no existiría memoria histórica además de ser la medida más costosa de las demás.

Cabe añadir que sería una medida que podría resultar contaminante debido al consumo energético que se debe realizar en los procesos de demolición y generación de residuos, sin contar los procesos que estos deben realizar para su reciclaje, reutilización y/o vertido.

➤ **Rehabilitar energéticamente las viviendas existentes:**

Así se podrá mantener la vivienda junto con su memoria histórica además de cumplir con lo establecido para las edificaciones de nueva construcción en el ámbito de eficiencia energética. Esta medida sería la más certera y consciente respecto a las demás ya que se podrían mantener ambas condiciones de memoria histórica y reducción de emisiones de CO₂.

Por otro lado, casi el 60% de las viviendas fueron construidas antes de 1980 y cuentan con aislamientos deficientes al carecer de normativa constructiva y técnica al respecto; además de no contar con ninguna medida destinada a mejorar la eficiencia energética. Dichas viviendas y/o edificios son las edificaciones que actualmente más energía consumen y, en algunos casos, los que precisan una rehabilitación por encontrarse en mal estado o necesitar actualizaciones por motivos expresados de sus habitantes (Fenercom, 2015, p. 4).

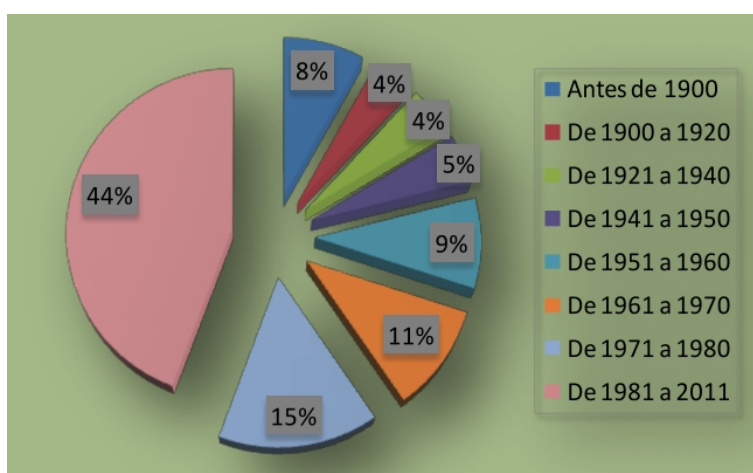


Fig. 3.1 Antigüedad de las edificaciones en España

Fuente: (Fenercom, 2015, p. 4)

Es por tanto que el presente trabajo estima que la rehabilitación energética es la fórmula de ahorro de energía que ofrece el menor coste y el máximo beneficio para usuarios y propietarios de edificios y viviendas.

3.2 RAZONES Y BENEFICIOS PARA REALIZAR UNA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

En la mayoría de viviendas existentes el uso de energía es ineficiente. Esto quiere decir que las viviendas existentes sin intervención energética, que por sus características, generan unas importantes demandas y por tanto necesitan mucha más energía para poder cubrirlas; comparado con las viviendas existentes con intervención energética. Es por ello que existen aspectos y elementos en las construcciones, con un peso importante en su comportamiento energético que pueden mejorarse para reducir de forma significativa el consumo de energía que poseen las edificaciones existentes.

La aplicación de medidas de rehabilitación energética en viviendas puede suponer ahorros de entre un 20 y un 50% en el consumo de energía, una disminución de entre el 10 y el 30% en las emisiones de CO₂ por edificio y ahorros anuales en la factura de energía de entre 500 y 2.000 € por vivienda (Fenercom, 2015, p. 4); además de aumentar el confort de los ocupantes en el interior de las viviendas.

Las obras de rehabilitación en viviendas existentes se realizan normalmente debido al deterioro de las mismas con el paso de los años, para actualizarlas estética o funcionalmente por requisitos de los propietarios, o por aumentar el nivel de confort; con lo que conllevaría en muchos casos a una mejora estética o funcional de la vivienda; dejando de lado la posibilidad de aprovechar la rehabilitación para incorporar estrategias de eficiencia energética. Es por ello que el presente trabajo estima que con un pequeño esfuerzo adicional se pueden realizar rehabilitaciones energéticas incorporando nuevos materiales, sistemas y/o equipos; al mismo tiempo o no del hipotético caso de realizar alguna de las rehabilitaciones citadas anteriormente.

Por ello, sea cual sea el motivo que origine una reforma o renovación de una edificación existente, el presente trabajo estima que conviene hacerla con criterios energéticos aunque tengan un coste respecto a las demás reformas; no se tiene que ver como un coste, sino como una inversión que genera importantes beneficios tanto a los propietarios, como a terceros y como a la lucha contra el cambio climático.

Las razones más importantes para realizar una rehabilitación energética en una vivienda existente se expresan en los siguientes puntos:

➤ **Reduce la pobreza energética:**

El concepto de “pobreza energética” es la incapacidad de un hogar de poder satisfacer una cantidad mínima de servicios de energía para las necesidades básicas de la misma; como mantener la vivienda en unas condiciones de confort térmico adecuadas para la salud; que varían entre 20 y 25°C con unas humedades comprendidas entre el 40 y 60 por ciento (Hernanz, 2013).

Tabla 3.1 Condiciones de confort según Norma UNE-EN-ISO 7730:2006

Ciclo	Temperatura Operativa (°C)	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa (%)
Invernal	20 - 23	0'15 – 0'20	40 - 60
Estival	23 - 25	0'18 – 0'24	40 - 60

Fuente: Elaboración propia a partir de (AENOR, 2006)

Sin embargo, la mayoría de hogares que sufren esta pobreza son las que menos ingresos poseen; por lo tanto son menos receptivos a poder realizar dichas rehabilitaciones. Por ello, según la Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), habría que impulsar un programa de rehabilitación energética estatal, apoyado por las comunidades autónomas, que priorizaría a los hogares con pobreza energética ((ACA), 2016a).

➤ **Ahorro económico:**

Cierto es que el ahorro económico se consigue pasado un periodo de tiempo; justo cuando ya se ha amortizado dicha rehabilitación y se empieza a ahorrar en el consumo de climatización destinado al ambiente interior de la vivienda. Cabe añadir que una disminución de la demanda influye directamente en el consumo energético; por lo que hay que solucionar la pérdida de la gran parte de la calefacción y refrigeración instaladas en las viviendas, pérdida la cual puede deberse a defectos en la vivienda o

ausencia de aislamiento térmico en puntos singulares de la misma, (como pueden ser los puentes térmicos); entre otros muchos factores.

Además, existe la variable referente al nivel de intervención que se realice en el edificio, siendo el ahorro económico a corto, medio o largo plazo. Cuando las intervenciones energéticas se realizan sobre las envolventes del edificio o en elementos pasivos, el ahorro se producirá en un largo plazo; mientras que intervenciones sobre instalaciones o elementos activos, el ahorro se producirá en un corto plazo de tiempo.

➤ **Combatir la contaminación:**

La energía que consumen las viviendas existentes sin rehabilitación viene derivada principalmente del carbón, el petróleo, y energía nuclear. Dichos procesos de transformación de materias primas a energía emiten grandes cantidades de CO₂ a la atmosfera. Reducir el consumo energético de las energías no renovables y con la ayuda de instalaciones que proporcionen fuentes de energía renovables, dichas emisiones de CO₂ se reducirán considerablemente; además de poder tener la posibilidad de un autoabastecimiento energético medio o bajo, y así no tener que depender al 100% de la red eléctrica.

➤ **Mejorar la calidad de vida:**

Con una rehabilitación energética certera se podrá conseguir, (y se deberá conseguir) que las estancias que componen la vivienda mantengan, de forma estable y adecuada, una temperatura optima; y así mejorar la calidad de vida de los habitantes del hogar. El confort en una vivienda es lo más importante, ya que los habitantes de la edificación dependerán por completo a él para conseguir el bienestar.

➤ **Revalorización de la vivienda:**

Tras conseguir una buena rehabilitación energética, la vivienda habrá elevado su eficiencia energética; por lo tanto se podrá actualizar o crear el certificado energético de

la misma, (ya que es obligatorio para nuevas edificaciones o rehabilitaciones que tengan una superficie útil mayor a 1000 m² y se renueven más del 25% de los cerramientos; según expone el RD 47/2007). Una vivienda o edificio con una clasificación energética alta con los requisitos que expone el CTE, se vuelve más competitiva en el mercado de compraventa y alquiler de inmuebles.

➤ **Crear empleo:**

Al realizar una rehabilitación, sea del ámbito que sea, se necesita mano de obra y técnicos competentes como mínimo para poder llevarla a cabo, sin hacer referencia a fabricas de materiales, empresas de transporte, etc. Obviamente esto significa empleo directo e indirecto y contribuye a que la economía de un país circule después del periodo de crisis que se ha encontrado España. Según la ACA, rehabilitar los 2,1 millones de viviendas con pobreza energética en España (dato de 2010) generaría 35.500 puestos de trabajo estables de aquí a 2030 ((ACA), 2016b). Un informe de la organización mundial de conservación de la naturaleza (WWF) es todavía más optimista, ya que estima 150.000 empleos sostenibles a largo plazo hasta 2020 (WWF, 2012).

➤ **Ayudar a cumplir con la normativa comunitaria:**

La Unión Europea es cada vez más exigente con los estados miembros de la misma en cuestiones de eficiencia energética y ahorro energético, consciente de su impacto ambiental y económico. Entre las diversas normativas que afectan a las viviendas, el nuevo CTE propone para 2020, en cuestiones de ahorro de energía; que los edificios de obra nueva sean de consumo de energía casi nulo, y así poder alcanzar los índices mínimos de emisiones de CO2 establecidos en el Protocolo de Kioto.

4 ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA REDUCIR LA DEMANDA ENERGÉTICA

4.1 CONCEPTOS GENERALES

Las estrategias para la reducción de la demanda energética se basan principalmente en retener la energía calorífica (el calor) generada en el ambiente interior de la envolvente térmica en el ciclo invernal, evitando que se filtre hacia el ambiente exterior; mientras que en el ciclo estival es la de impedir la entrada de energía calorífica del ambiente exterior al interior, evacuando eficientemente la que se pueda generar en el interior de la vivienda o estancia.

En el ciclo invernal (invierno), la técnica consiste en retener el calor generado por el sistema de calefacción; y en el ciclo estival (verano) la de expulsar el calor generado en el interior e impedir el paso del ambiente exterior al interior; apoyándose en un sistema de refrigeración.

El CTE expone, en su Documento Básico DB HE-1, correspondiente al Ahorro de Energía, en su Apéndice A destinado a Terminología, la siguiente definición referente a la demanda energética: *“energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente en función del uso del edificio (perfiles de uso) y de la zona climática en la que se ubique (clima de referencia). Se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS) y de iluminación”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 25).

Existen multitud de componentes variables en demanda energética, pero los más características son la demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS) y de iluminación; tal y como expone el CTE mostrado anteriormente. No obstante, existen variables que influyen en la demanda energética que a continuación se exponen en el presente apartado.

El primero de todos es la variable del clima, ya que según se encuentre geográficamente la vivienda variara su zona climática. No posee la misma demanda una vivienda en un clima tropical que esa misma vivienda en un clima seco; o una vivienda en un clima continental que esa misma vivienda en un clima polar.

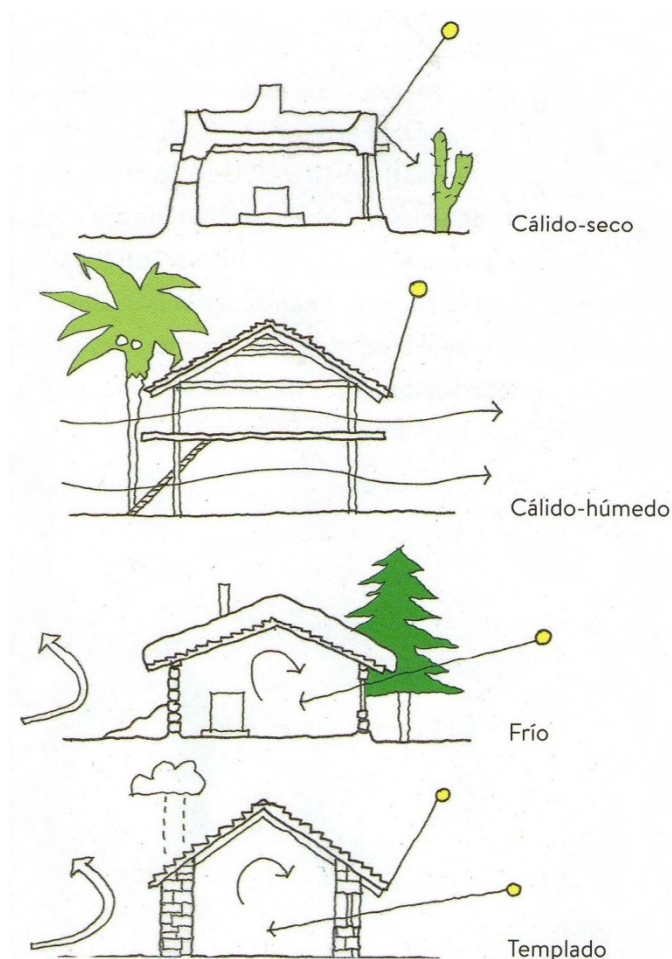


Fig. 4.1 Tipologías edificatorias según la zona climática

Fuente: (Heywood, 2016, p. 51)

Seguidamente y muy a la par que la anterior, se encuentra la variable de la orientación magnética de la vivienda, pudiendo ser Norte, Sur, Este u Oeste. Según la orientación de la misma junto con el control solar que pueda incidir en ella, obtendrá más energía solar en forma de radiación solar y por tanto disminuirá la demanda de calefacción. Las fachadas al norte no reciben apenas radiación solar, mientras que las fachadas al sur reciben la gran mayoría de radiación solar.

Además existe la variante operacional. Un edificio residencial es completamente diferente a un edificio terciario energéticamente hablando; por tanto no se les pueden aplicar las mismas condiciones de demanda energética a ambos edificios. Dicha afirmación es consecuencia de la variable y desigual utilización o uso que reciben ambas edificaciones comparadas.

Y por último, la variante de la envolvente de la edificación; en el que se establecen las siguientes condiciones:

➤ La compactidad de la vivienda

Cuanto más compacta sea la vivienda, menos pérdidas energéticas tendrá. Esta definición viene dada por la superficie de la envolvente de la vivienda o edificio; necesitando más energía para compensar las pérdidas caloríficas cuanto mayor sea dicha superficie de la envolvente.

La esfera es el sólido con la menor relación entre superficie y volumen. En regiones donde la calefacción es necesaria en invierno, *“una edificación de una planta y gran superficie puede consumir un 25% más de energía que un cubo compacto de dos plantas con la misma superficie”* (Heywood, 2016, p. 76); ya que tiene más superficie la envolvente en el primer caso.

Una volumetría ligeramente alargada orientada al sol proporciona el mejor equilibrio entre pérdidas caloríficas y captación solar beneficiosa.

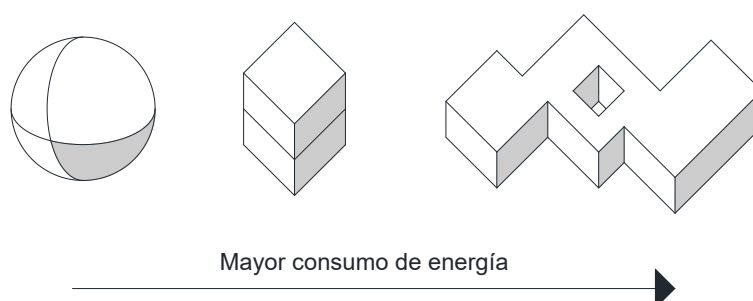


Fig. 4.2 Ejemplo de consumo de energía según su compactación

Fuente: Elaboración propia

➤ **El % de huecos en fachada**

Cuantos más huecos tenga la fachada y según este orientada, ejecutada y elaborada la carpintería que se instala en dicho hueco; tendrá más o menos pérdidas energéticas.

➤ **Características de los cerramientos**

Además de su ejecución; ya que un cerramiento erróneamente calculado y/o ejecutado permitirá que se pierda energía de climatización.

Es por tanto que la clave para obtener una vivienda energéticamente eficiente es reducir la demanda energética que necesita la vivienda, y para ello existen diferentes sistemas o métodos para dicha reducción.

4.2 DISMINUIR LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA ENVOLVENTE

La envolvente térmica es todo aquello que separa las zonas habitables con el exterior o con zonas no habitables de una vivienda o edificio, tales como fachadas, carpinterías exteriores, cubiertas, suelos, medianeras y contactos con el terreno.

Gracias a ella se consigue reducir las pérdidas o ganancias de energía de tal manera que en invierno se evite perder energía del interior hacia el exterior y en verano reducir el flujo de calor desde el exterior hacia el interior. Todo ello gracias al equilibrio térmico definido en la ley de la termodinámica.

Cabe destacar que el gran causante de la pérdida de energía destinada a climatización se debe a una mala calidad de la envolvente térmica en los edificios existentes, produciendo un aumento en las pérdidas energéticas.

Para poder reducir o eliminar las pérdidas de energía situadas en la envolvente, se deben realizar mejoras en partes de la misma o en elementos constructivos que formen parte de ella, en forma de estrategias de actuación, como las que se exponen a continuación. Dichas estrategias se basan principalmente en colocar aislamiento térmico, y acústico si fuera necesario, en las diferentes localizaciones que forman la envolvente térmica.

Por último y como aclaración general, cabe destacar que es contraproducente el poseer un aislamiento térmico con un gran espesor (en zonas climáticas cálidas en verano y frías en invierno al mismo tiempo), ya que su función en invierno será la correcta, pero en verano no; al no dejar escapar el calor almacenado en el interior de la vivienda y aumentando la demanda de refrigeración.

4.2.1 ACTUACIONES DESDE EL EXTERIOR

Las estrategias que se muestran a continuación se caracterizan por actuar desde el exterior de la envolvente térmica, dejando sin “tratar” a la envolvente térmica inicial; ejecutando o instalando sistemas o elementos para la reducción de la transmitancia térmica en los siguientes elementos constructivos de la envolvente.

➤ Fachadas

Se considera, desde un punto de vista energético, la solución más eficiente en cuanto a pérdidas de energía, ya que *“en climas cálidos siempre es aconsejable colocar el aislamiento en el exterior y tener la inercia térmica en el interior”* (Fenercom, 2011b, p. 44). A dicha conclusión se llega gracias al concepto de Inercia Térmica, la cual es la capacidad de un material de almacenar calor y expulsarlo lentamente. Dicha inercia térmica es fundamental en conceptos de eficiencia energética, ya que garantiza una mayor estabilidad de la temperatura interior y menor dependencia de la variación de la temperatura en el exterior.

De este modo, la energía se pierde poco a poco por la envolvente, siendo el muro de piedra un claro ejemplo de un elemento constructivo con gran inercia térmica, pero con escasa capacidad de aislamiento. Es por ello que las viviendas construidas con dicho sistema constructivo, son más calientes en invierno y más frescas en verano. En invierno y ante una repentina bajada de las temperaturas exteriores, el calor almacenado en dichos muros ira desprendiéndose de los mismos otorgándose al ambiente interior, por el cual retrasara la sensación de la disminución de la temperatura exterior.

En dicho principio básico de la inercia térmica se basa el modelo estándar *“Passivhaus”* (casa pasiva); en el cual *“es conseguir que sus edificios funcionen de forma pasiva (como un termo) conservando el calor o el frío gracias al aislamiento térmico, a diferencia de un edificio convencional que emplearía sistemas activos para mantener el calor o el frío (como una cafetera o frigorífico respectivamente)”* (Fenercom, 2011b, p. 45).

La fundación *“Passivhaus”* define el modelo estándar como las casas que permiten relacionar la calefacción y la refrigeración con un ahorro energético de hasta un 90% en comparación con la construcción típica y en un 75% con la nueva construcción. Además de realizar un uso eficiente del sol, junto con recuperadores de calor y solo la necesaria utilización de sistemas de calefacción durante la época invernal; utilizando para la época estival técnicas de enfriamiento pasivo. Por último, se caracterizan por realizar un aislamiento eficiente y eficaz en todo el perímetro de su envolvente térmica; otorgando,

entre otros casos, una temperatura casi constante sin ser influenciada de la temperatura exterior (Passive House, 2015).

Por lo tanto, la estrategia de actuación por el exterior consistirá en disponer de paneles de aislante térmico continuo en todo el perímetro exterior de la envolvente térmica ubicado en las fachadas; creando así una especie de “burbuja” que contenga todos los espacios habitables calefactados de la vivienda y dejando fuera de ella los espacios habitables no calefactados y el exterior.

Dicho sistema continuo de aislante térmico colocado por el exterior se le denomina SATE (Sistemas para el Aislamiento Térmico por el Exterior). En el caso de las fachadas y cubiertas es muy rentable ya que se consigue que todas las capas del cerramiento se encuentren a una temperatura aproximada a la del ambiente interior, además de eliminar todos los puentes térmicos y evitar condensaciones.

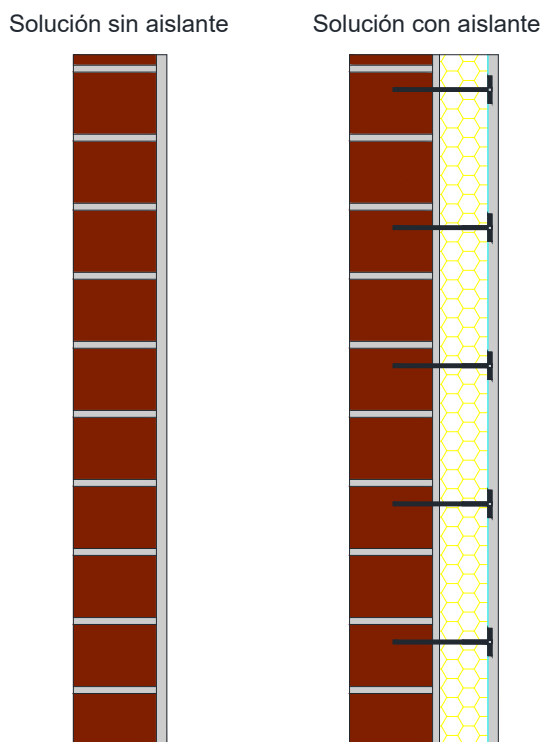


Fig. 4.3 Ejemplo de actuación de un sistema SATE tipo

Fuente: Elaboración propia

➤ Cubiertas

Dicha estrategia consiste en aislar térmicamente la cubierta desde el exterior proyectando espuma de poliuretano (PUR) junto con una terminación con elastómero. En dicha estrategia, muy parecida al SATE pero en posición horizontal; se eliminan por completo todos los puentes térmicos, además de no necesitar quitar la grava o el baldosín catalán en cubiertas planas, y las tejas en las cubiertas inclinadas.

Así pues, tanto en cubiertas planas como en cubiertas inclinadas la solución sigue siendo la misma; siendo la diferencia el paramento donde se aplica el PUR.

➤ Cubiertas planas:

Su implantación en edificaciones existentes consistirá en limpiar a groso modo la cubierta plana de suciedad y polvo existente; de tal modo que cuando se proyecte el PUR tenga algún agarre para su colocación definitiva.

Posteriormente se proyectara la protección y terminación definitiva con elastómero, en el cual existen con diversos colores a elegir. La diferencia entre ambas cubiertas, antes de tratarse y después; es mínima, ya que el PUR puede ser nivelado en su horizontal y conseguir el efecto deseado.



Fig. 4.4 Ejemplo de actuación de aislamiento PUR sobre cubierta plana

Fuente: (Tecafil, 2016), consultado el 11/06/2017.

➤ Cubiertas inclinadas:

El procedimiento de ejecución es el mismo que en cubiertas planas, siendo la estructura de soporte del aislamiento la propia teja. De igual modo, debe limpiarse a groso modo para facilitar la adherencia del PUR.

Como se puede observar a continuación, y comparado con la figura anteriormente expuesta; la terminación con elastómero puede ser de color gris oscuro o de rojo.



Fig. 4.5 Ejemplo de actuación de aislamiento PUR sobre cubierta inclinada

Fuente:(Andimat, 2008, p. 37)

4.2.2 ACTUACIONES EN ZONAS INTERMEDIAS

Se consideran estrategias en actuaciones intermedias aquellas que se ejecutan entre la envolvente térmica y otro elemento interior que no forma parte de la envolvente; de tal modo que se separan físicamente el cerramiento “frio” con el “caliente”.

➤ **Fachadas**

Se refiere al supuesto hueco existente entre el cerramiento exterior (fachada) y el trasdosado interior (tabiquería) en caso de existir este último; de tal modo que la mejora

consiste en rellenar las cámaras de aire existentes de aislamiento térmico, ya sea en paneles o proyectados.

Dicha solución eliminaría por completo la cámara de trabajo o de aire, según; pero aumentaría la inercia térmica del cerramiento, por lo que se encontraría muy cerca de la estrategia basada en los modelos estándar de “*Passivhaus*” mencionada anteriormente.

Por el contrario, dicha solución puede dejar algún puente térmico existente sin tratar, cuya consecuencia sería una reducción de la resistencia térmica en el cerramiento además de poder producir condensaciones.

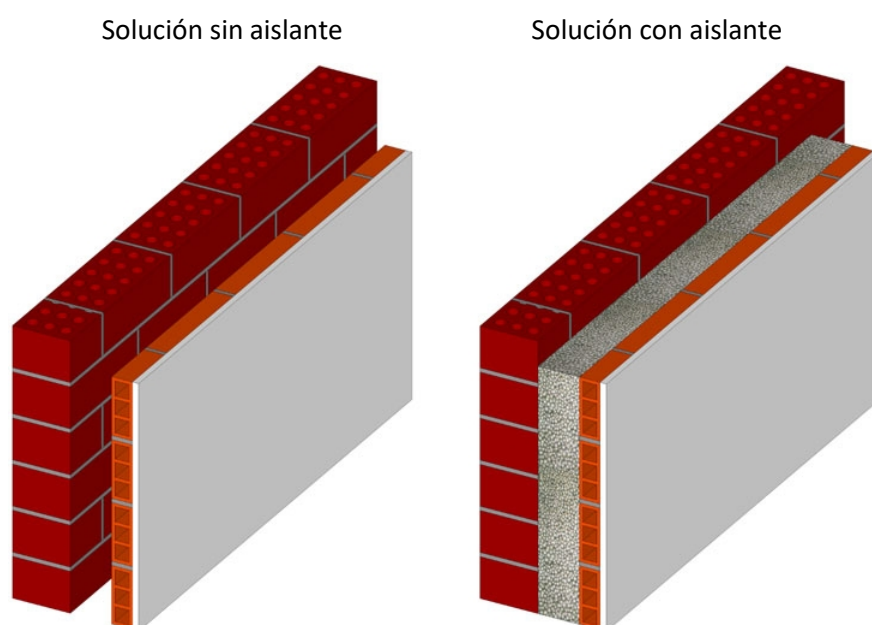


Fig. 4.6 Ejemplo de actuación de aislamiento en la cámara de aire

Fuente: (Construible, 2015), consultado el 28/05/2017.

El modo de ejecución de dicha estrategia consiste en perforar la fachada exterior o el trasdosado interior con una serie de pequeñas aberturas capaces de introducir las boquillas para inyectar espuma o insuflar aislamiento. Si la fachada es de ladrillo caravista y no se desea realizar dichas perforaciones dañando así la estética exterior; se puede hacer desde el paramento vertical interior (trasdosado interior). Normalmente se suele ejecutar desde el interior para evitar utilizar medios auxiliares como andamios.

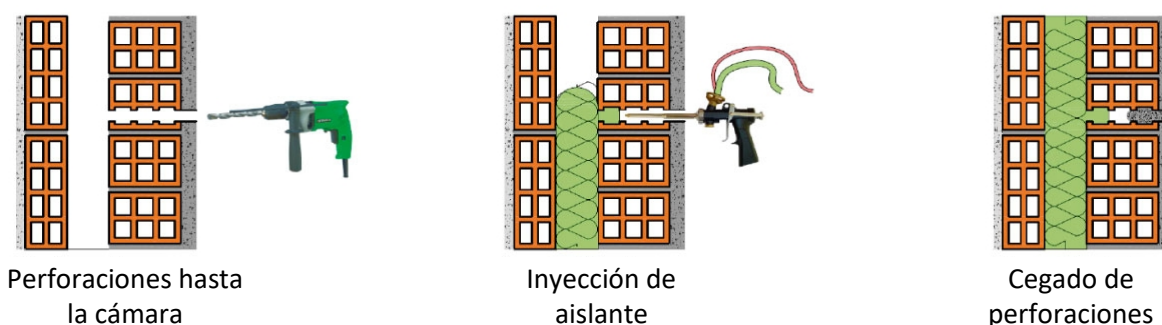


Fig. 4.7 Modo de ejecución de aislamiento en la cámara de aire

Fuente: (Ekoteknia, 2014a), consultado el 28/05/2017.

➤ Cubiertas

La presente estrategia usa los mismos principios básicos que se han considerado en el apartado de fachadas; ya que se trata nuevamente de poner aislamiento térmico en ella. Dicha solución consiste en aumentar la resistencia térmica de los materiales que componen la cubierta, siendo los lugares de ejecución donde se encuentren los tabiquillos, las vigas de madera y hormigón, los rastreles; además de existir la posibilidad de adherir la teja al aislante, o en cubiertas flotantes. Esta solución es válida tanto para cubiertas inclinadas como para planas.

En cubiertas inclinadas, consiste en poner el aislamiento térmico entre los rastreles que dan apoyo a la teja y los bardos que dan apoyo a los rastreles. También existe la posibilidad de ubicar el aislamiento entre los bardos y el forjado o losa inclinada de la cubierta.

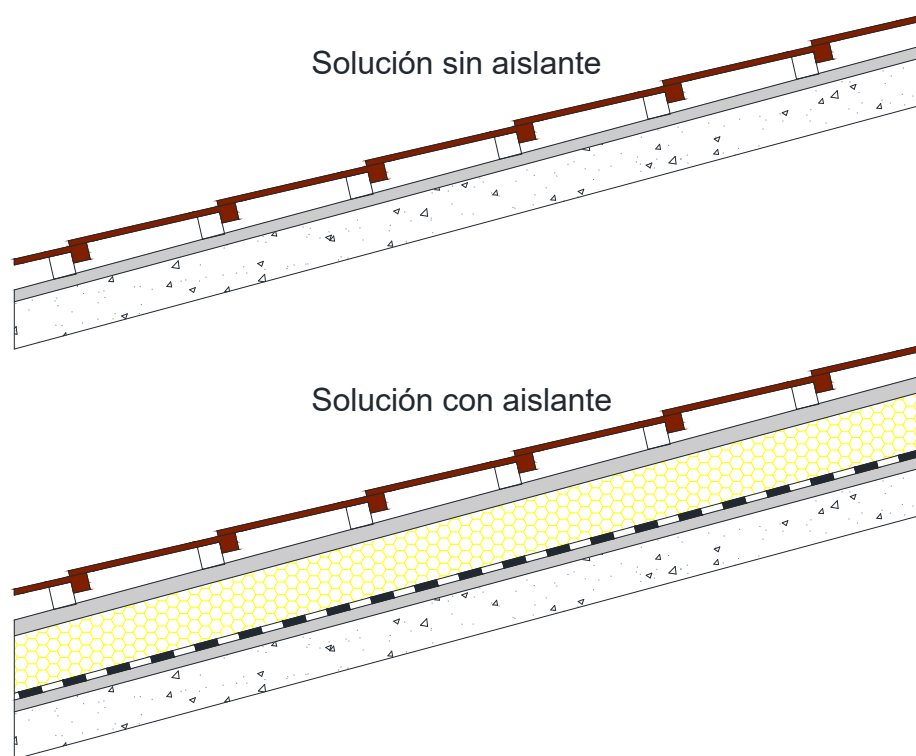


Fig. 4.8 Ejemplo de actuación en cubierta inclinada tipo

Fuente: Elaboración propia

En cubiertas planas, basta con colocar el aislamiento térmico sobre el forjado. Encima de él, se podrá colocar la capa de terminación o los baldosines catalanes.

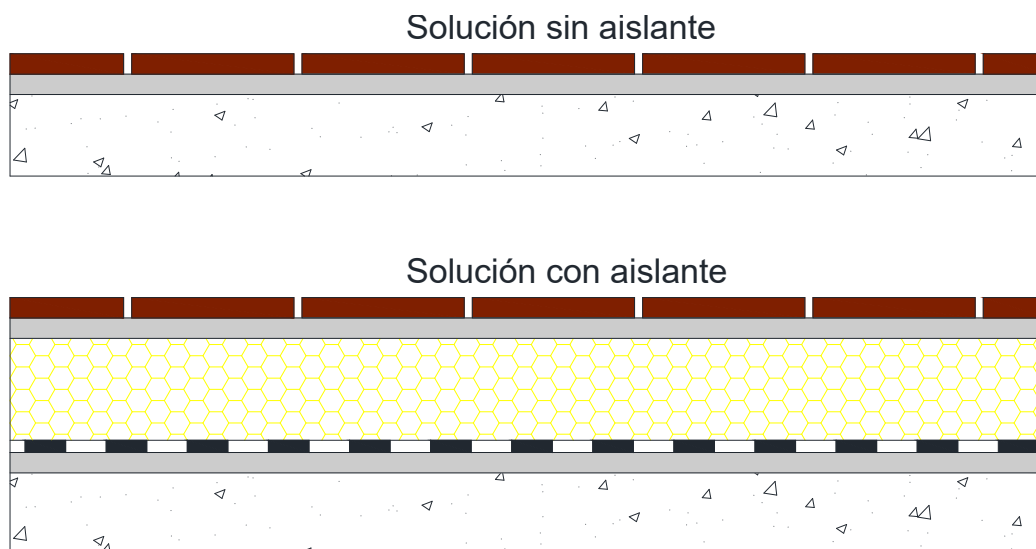


Fig. 4.9 Ejemplo de actuación en cubierta plana tipo

Fuente: Elaboración propia

Es importante saber que el aislamiento térmico debe de estar protegido del sol, ya que ante la exposición solar, esté se desgasta y pierde en poco tiempo su función de aislante térmico.

➤ Pavimentos

Para dichas estrategias, y de igual modo que en los dos anteriores apartados; su fundamento básico se basa en aislar dichos elementos constructivos; ya que pertenecen a la envolvente térmica.

De igual modo que en las cubiertas planas, por ejemplo, la presente estrategia consiste en aislar térmicamente el paramento horizontal que se encuentre entre una estancia calefactada (interior) y no calefactada (exterior); de tal modo que se consiga perder la menor cantidad de energía calorífica del interior del edificio o vivienda.

Así pues, se colocara aislamiento térmico entre el forjado y la capa de compresión (o de regularización). De este modo se interpondrá un elemento que interrumpa el recorrido de la transmisión de calor, llamado puente térmico.

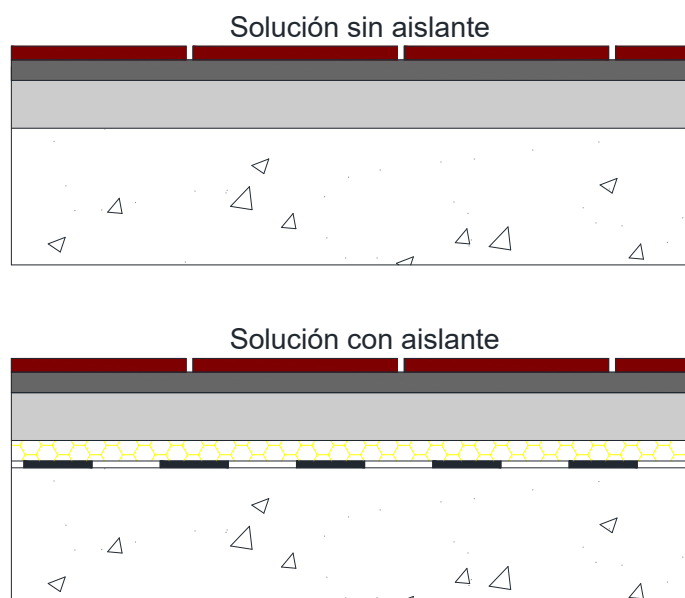


Fig. 4.10 Ejemplo de actuación en pavimento tipo

Fuente: Elaboración propia

Además de la colocación de aislamiento en los pavimentos, otro modo de ampliación de la actuación será el de colocar un elemento amortiguador entre el pavimento y el terreno natural; de tal modo que se separe físicamente dichos elementos mediante una cámara de aire. A dicha solución se le llama forjado sanitario; y es muy útil a la hora de proponer estrategias para el aislamiento de suelos (en este caso de forjados).

En dicha estrategia la cámara de aire tendrá que tener una micro ventilación para evitar las condensaciones que se producen con la humedad del terreno natural. De lo contrario, la humedad condensara en el canto inferior del forjado creando gotas de agua que afectaran al mismo, llegando a crear un grave problema tanto estructural como de salubridad en el interior de la vivienda.

Si se instala una alta ventilación en la cámara de aire; la temperatura en dicha cámara se igualara con la temperatura exterior; por lo que se perderá el elemento amortiguador.

➤ Falsos techos

La presente estrategia se basa principalmente en el forjado sanitario; usando los mismos principios básicos pero ubicándolos en la parte superior de la vivienda. Así pues, consiste en aprovechar la cámara de aire existente entre los falsos techos de las estancias interiores con las cubiertas, especialmente en las inclinadas. De tal forma que se crea un elemento amortiguador entre la temperatura exterior y la interior, encontrándose la temperatura del aire perteneciente a la cubierta o buhardilla entre medias de las dos anteriores.

Además, es conveniente colocar un aislamiento térmico entre la cámara de aire y la estancia interior, de tal forma que la calefacción y refrigeración no puedan modificar la temperatura del ambiente amortiguador. Dicho aire, no deberá estar con una alta ventilación; si no se igualara la temperatura de éste con la exterior y se eliminara el efecto amortiguador. Deberá poseer una micro ventilación para evitar condensaciones; de igual modo que sucede en los forjados sanitarios.

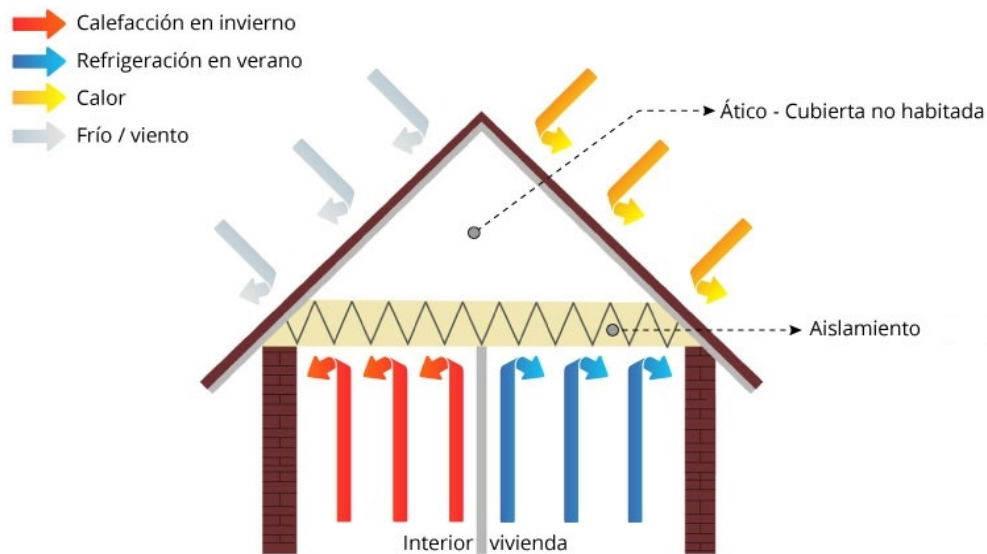


Fig. 4.11 Aislamiento en cubiertas o buhardillas no habitadas

Fuente: (Eco Green Home, 2015), consultado el 28/05/2017.

4.2.3 ACTUACIONES DESDE EL INTERIOR

Se consideran estrategias en actuaciones interiores aquellas que se ejecutan dentro de la estancia interior de la vivienda, o de la envolvente térmica; encontrándose el cerramiento “caliente” al exterior de la actuación.

➤ Fachada.

Una actuación desde el interior de una vivienda, en este caso, corresponde a la ejecución de un trasdosado interior por el cual pasa el aislamiento térmico entre él y la fachada. Así pues, se crea una segunda barrera térmica impidiendo lo máximo posible la circulación de energía entre el interior y exterior de la vivienda.

Dicha solución puede tratar con algunos puentes térmicos si se trasdosan los pilares o se aíslan adecuadamente jambas, dinteles y alféizares de ventanas; pero no puede solucionar los puentes que puedan existir en los frentes de forjado. Si se ejecuta dicha estrategia, se reducirá la superficie útil de la vivienda, pero se podrá conservar la tipología de la fachada existente, ya que no se interviene directamente sobre ella.

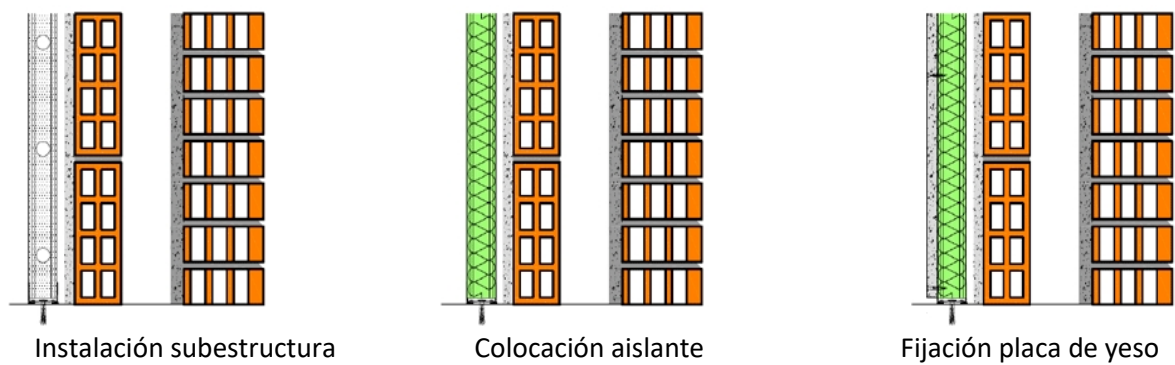


Fig. 4.12 Modo de ejecución de aislamiento en el interior

Fuente: (Ekoteknia, 2014b), consultado el 28/05/2017.

4.3 MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS

Las carpinterías también forman parte de la envolvente térmica del edificio, ya que son un elemento constructivo de separación entre las zonas habitables y el exterior.

Se considera que la carpintería exterior es un punto débil en la construcción, energéticamente hablando; ya que las ventanas pueden permitir que el calor se acumule en el interior y al mismo tiempo que el calor no entre en el edificio; según se quiera favorecer la captación solar o no. Por lo tanto, se encuentra en un equilibrio muy pequeño para ser eficientes.

Uno de los condicionantes a considerar se trata de la zona climática donde se encuentre el edificio o vivienda, siendo la estrategia para la carpintería en zonas climáticas cálidas la de protegerse el máximo posible de la radiación solar. En cambio, en zonas climáticas frías la estrategia para la carpintería será la de aprovecharse de la radiación solar; tal y como se ha argumentado anteriormente.

Las zonas templadas, como la de España y especialmente en la costa levantina, se caracterizan por tener en un mismo periodo anual ambas climatologías, ya sean en mayor o menor grado; siendo la estrategia para la carpintería una combinación de ambas: aprovecharse de la radiación solar en invierno y protegerse de la radiación solar en verano.

Así pues, el Sur (en el hemisferio norte) es la orientación magnética donde la radiación solar expone su máximo valor y la orientación Norte donde expone su mínimo valor. Es por ello que al plantear estrategias de captación solar, la orientación de las ventanas es un gran concepto a tener en cuenta. Cuando se desea obtener carga térmica en invierno se deberá optar por aumentar el tamaño de las ventanas o mejorar su transmitancia térmica; y en otras circunstancias, cuando no se desee perder carga térmica, se tendrá que disminuir el tamaño de las ventanas; todo ello en función de la orientación de las mismas.

Instalar ventanas con un bajo coeficiente de transmitancia térmica mejorara de forma significativa el comportamiento térmico de los puentes, siendo esta estrategia valida tanto para zonas cálidas como frías, a la vez que para invierno o verano. Dicha

estrategia se basa en instalar carpinterías con rotura de puente térmico o materiales de baja conductividad, como la madera o el PVC; y así interrumpir la vía circulatoria de la energía calorífica o disminuirla en todo lo posible.

La ventana se compone por dos elementos claramente diferenciados: el vidrio y el marco. El conjunto se tiene que instalar correcta y concienzudamente para poder eliminar los puentes térmicos de la ventana en los muros; ya que es la única manera existente para tal fin. De tal modo, que se podrán instalar ventanas con características técnicas de baja calidad o inadecuadas para su entorno o clima; siendo el modo y/o forma de instalación la responsable de generar dichos puentes térmicos; ya sea en las jambas, dinteles, persianas o alfeizares.

En invierno, en una zona climática templada por ejemplo, la vivienda se encontrara a una temperatura superior que el exterior. Con la existencia de dichas vías circulatorias (puentes térmicos) el calor almacenado en el interior tiende a ir hacia el exterior. En verano la vivienda se encontrara a una temperatura inferior que el exterior, por lo que el calor tendera a ir desde el exterior hacia el interior de la vivienda.

Con la correcta utilización de técnicas constructivas en el proceso de ejecución que eviten la formación de puentes térmicos en los perímetros de los huecos; dicha vía circulatoria que transmite la transmitancia térmica se reducirá o eliminara; conservando la mayor energía térmica posible (tanto calor como frio) en el interior de la estancia. Esto se consigue intercalando un perfil de un material que conduzca mal el calor o la energía calorífica, normalmente dicho material suele ser poliamida. Dicha estrategia limita la condensación y permite la posibilidad de tener perfiles bicolores.



Fig. 4.13 Carpintería con rotura de puente térmico

Fuente: (Stil, 2012), consultado el 28/05/2017.

Además, colocar vidrios de baja transmisividad ayudara aun más a la reducción del valor de paso de la transmitancia. Para tal fin, se plantea una estrategia de disponer como mínimo dos vidrios en paralelo junto con una cámara de aire entre ellos. El aire como tal es un buen aislante térmico, ya que se puede usar tanto en fachadas como en cubiertas y/o techos.

Así pues y al disponer de una cámara de aire entre ambos vidrios, esta se comporta como un aislamiento térmico transparente. Además es aconsejable disponer, en dicha cámara de aire, de un desecante; que acumula la humedad producida en la cámara para evitar condensaciones y empañar los cristales.

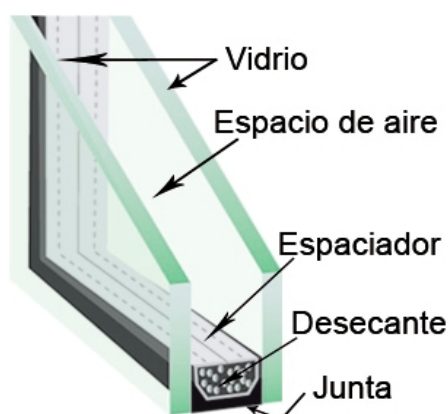


Fig. 4.14 Desecante en cámara de aire vidrios

Fuente: (Ventanas, 2016), consultado el 18/05/2017.

Dichos vidrios deberán poseer unas características técnicas específicas para cada situación, variando desde vidrios con coeficiente U, G, baja emisividad y transmitancia de luz natural.

Existe una gran variedad de características técnicas que se pueden aplicar a los vidrios, dependiendo de las necesidades de los usuarios, la zona climática donde se encuentre la vivienda o la orientación de las ventanas, como se ha explicado anteriormente. Las características técnicas son:

- **El coeficiente U** (o coeficiente de conductividad térmica): Es la medida de la resistencia a la transferencia de calor de una ventana (vidrio y carpintería incluidos). Cuanto más bajo sea el valor, mayor resistencia tendrá a la conductividad térmica.
- **El coeficiente G** (o coeficiente de ganancia de calor solar): Es la medida de la capacidad de una ventana de permitir la captación solar. Cuanto mayor sea el coeficiente G, mayor será la captación solar. Una ventana con un solo vidrio tendrá un coeficiente G mejor, pero un coeficiente U muy bajo.
- **Baja emisividad**: Es como un revestimiento que, en zonas o estaciones frías, se utiliza para evitar que se escape el calor de una estancia, aunque también puede emplearse en climas cálidos para prevenir que el calor entre en ella. La clave reside en sobre que superficie aplicar dicho revestimiento. Las caras de una ventana de doble vidrio se numeran desde el exterior hacia el interior.
- **Transmitancia de luz natural**: Es la medida de la cantidad de la luz natural transmitida por una ventana. Cuanto más alto es el valor, mas luz natural entrará en la vivienda.

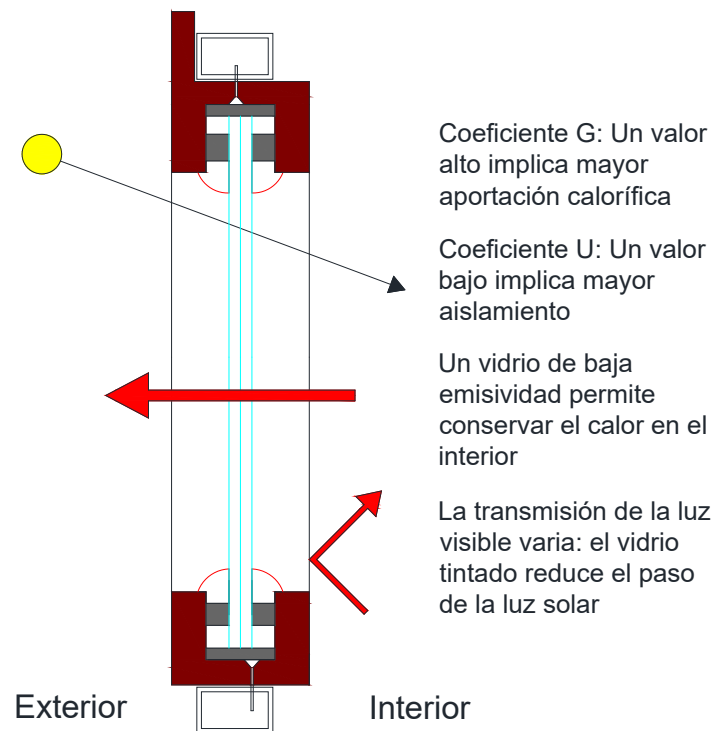


Fig. 4.15 Características vidrios tipo

Fuente: Elaboración propia

A continuación se expone la siguiente tabla en la que se muestran unas reglas básicas para la elección de carpinterías según la zona climática donde se encuentren.

Tabla 4.1 Características de las carpinterías según zona climática

	Coeficiente K	Coeficiente G	Emisividad	Protección solar
Climas cálidos, secos y húmedos	Bajo	Muy bajo	Baja (cara interior)	Alta, muy necesaria
Climas fríos	Muy bajo	Muy alto	Baja (cara 2 o 5 en caso de triple vidrio)	Media
Climas de inviernos fríos y veranos calurosos	Muy bajo	Alto (con protección solar en verano)	Baja (cara 3 o 5 en caso de triple vidrio)	Media
Climas templados	Bajo	Alto (con protección solar en verano)	Baja (cara 3)	Media

Fuente: Elaboración propia a partir de (Heywood, 2016, pp. 180-189)

Así pues, y según las necesidades de los habitantes, se tendrán que sustituir los vidrios por unos que se adapten a la zona climática donde se encuentre la vivienda; además de instalar un marco con rotura de puente térmico.

Por último, utilizar contraventanas interiores aisladas puede ser beneficioso para la presente estrategia, reduciendo el consumo energético evitando las pérdidas térmicas nocturnas. *“Superpuestas a una ventana de doble vidrio, igualan las prestaciones de una ventana de triple vidrio o de una de doble vidrio de baja emisividad”* (Heywood, 2016, p. 116).

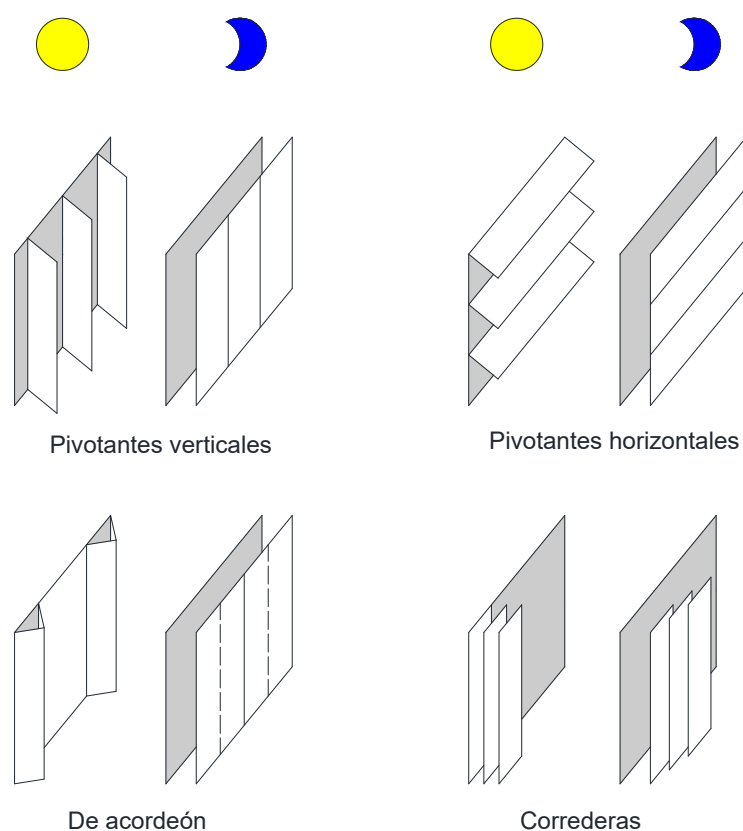


Fig. 4.16 Contraventanas interiores aisladas

Fuente: Elaboración propia

Además, es conveniente que en las zonas del Sur de Europa se coloquen cajones con persianas aisladas; ya que son un elemento que cumple la misma función que las contraventanas al reducir las pérdidas energéticas nocturnas y consiguiendo la entrada o interrupción de la radiación solar en cualquier estación del año; ya que son móviles.

4.4 ESTRATEGIAS PASIVAS

Dichas estrategias se basan en aprovecharse del diseño, ubicación y orientación de la propia vivienda, encontrándose en todo momento operativas para la captación o protección de radiación solar. Al no poder modificar dichos parámetros al ser aplicadas a viviendas existentes, se crearan estrategias de intervención en paramentos existentes donde se aproveche mejor la utilización de dichas estrategias.

4.4.1 CAPTACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR

➤ Ejecutar un muro Trombe:

Dicha estrategia se aprovecha del uso de la inercia térmica acumulada en los cerramientos exteriores que, durante el día captan la radiación solar; tal y como se ha explicado anteriormente. Además, también se aprovecha de la mayor absorción térmica que poseen las tonalidades de colores; ya que un color claro (blanco) se calienta menos que un color oscuro (negro).

Por último, usa una cámara de aire entre el muro y el exterior para conservar el aire caliente que se genera en él, para posteriormente desviarlo al interior de la estancia.

Por tanto, un muro Trombe puede considerarse *“un elemento compuesto por una hoja exterior transparente, una cámara con circulación de aire cuyas tomas y descargas comunican al espacio interior del edificio, y un elemento masivo (muro) que limita con el interior y la cámara de aire”* (Ruiz Pardo, 2008, p. 15), además de que dicho elemento masivo suele pintarse de un color de gama oscura; para favorecer la captación de calor. Así pues, se ejecutan unos orificios en la parte inferior y superior del muro permitiendo que se cree el efecto de convección al de conducción térmica, mejorando el comportamiento de acumulación de calor para derivarlos a los espacios ocupados.

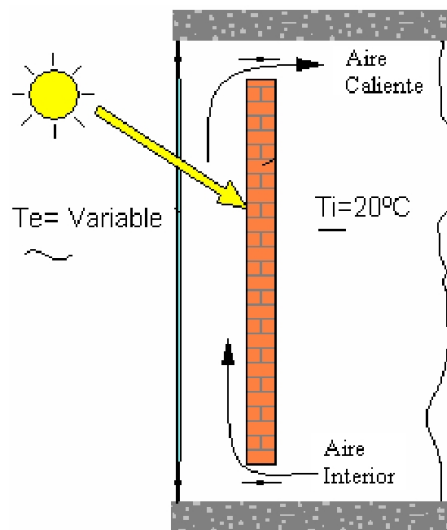


Fig. 4.17 Muro Trombe tipo

Fuente: (Ruiz Pardo, 2008, p. 15)

La presente estrategia requiere tener un muro opaco en alguna orientación donde el sol incida sobre él; desperdiciando así la oportunidad de ejecutar huecos de ventanas y por consiguiente, perder captación de radiación directa sobre la estancia a calefactar. Además, también posee un acabado antiestético, al mostrar un color oscuro de fachada que no es lo habitual en edificaciones.

➤ Ejecutar un muro de agua:

El agua posee la capacidad de almacenar calor, y enfriarse y calentarse lentamente. En eso se aprovecha la presente estrategia, siendo una solución similar a la de un muro Trombe, pero en vez de utilizar elementos sólidos como la fábrica de ladrillo o el hormigón, se utilizan elementos líquidos; que en este caso es el agua.

Dicho lo cual, *“el agua es almacenada en diferentes tipos de contenedores (tuberías, tanques o tambores de acero, conductos de fibra de vidrio). Asociada a la ventilación natural, el agua también puede utilizarse como refrigerante gratuito”* (Heywood, 2016, p. 130). Del mismo modo que en el caso del muro Trombe, su superficie deberá ser la equivalente a un 10% de la superficie en planta del edificio o vivienda que hay que calefactar.

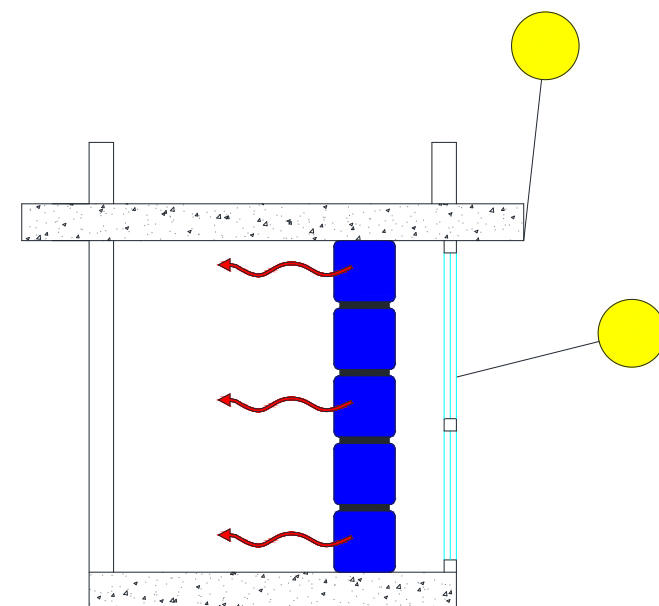


Fig. 4.18 Muro de agua tipo

Fuente: Elaboración propia

De igual modo que en el muro Trombe; la posibilidad de la apertura de huecos en fachada para su posterior carpintería exterior junto con el aspecto estético; son unos condicionantes a tener en cuenta.

➤ **Ejecutar una cubierta de agua:**

La presente estrategia se basa en los mismos principios básicos que el muro de agua mostrada anteriormente en el apartado de fachadas; pero con algunos cambios significativos al ser ejecutada en horizontal.

Se trata de ejecutar una especie de estanque en la cubierta, de tal modo que su actuación sea similar a un muro de agua. Así pues, se considera un dispositivo de captación solar indirecta que acumula el calor del sol y lo libera lentamente por conducción a la cubierta de los espacios inferiores a esta.

En algunas zonas climáticas, como en las templadas, el estanque puede ser aislado en su parte superior cuando la temperatura exterior sea inferior a la interior, para reducir las pérdidas de energía calorífica. Cabe señalar que este tipo de cubiertas en zonas o climas con deficiencia hídrica, como un clima templado o cálido; no ofrece ninguna

garantía de funcionamiento; ya que el agua a una exposición con gran temperatura y duración se evapora; sin añadir el condicionante de escasas lluvias para su renovación.

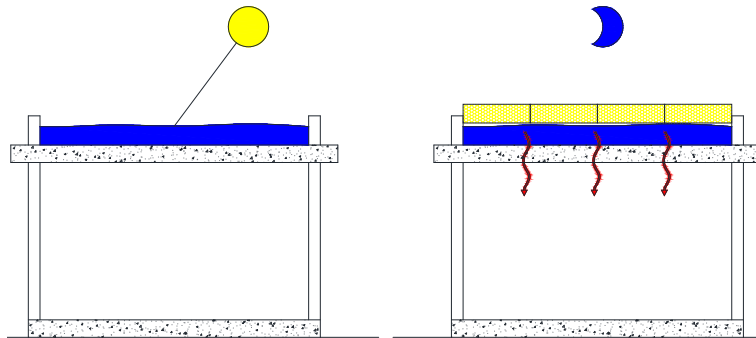


Fig. 4.19 Cubierta de agua caliente tipo

Fuente: Elaboración propia

A parte, existe una estrategia que se basa en los mismos principios básicos expuestos anteriormente para la cubierta de agua, siendo el modo de utilización el contrario. Así pues se basa en enfriar el espacio que se encuentre inferior a la cubierta; ya que el agua también conserva el frescor.

Para llevar a cabo esta estrategia, de enfriamiento, se tendrá que proteger dicha agua cuando existe radiación solar directa, de tal modo que el agua se encuentre en sombra y por lo tanto, se mantendrá mucho más fresca que cuando se encuentra expuesta al sol.

El funcionamiento de dicha estrategia consiste en cubrir el agua de la radiación solar. De este modo la radiación que se encuentra en el interior de la vivienda se transfiere a la cubierta de agua. Cuando cae la noche, el aislamiento es retirado dejando el agua en contacto con el aire exterior. Dicha radiación que se acumulo en el agua, es transferida al ambiente exterior. Cabe mencionar que dicha estrategia es únicamente operacional en climas cálidos.

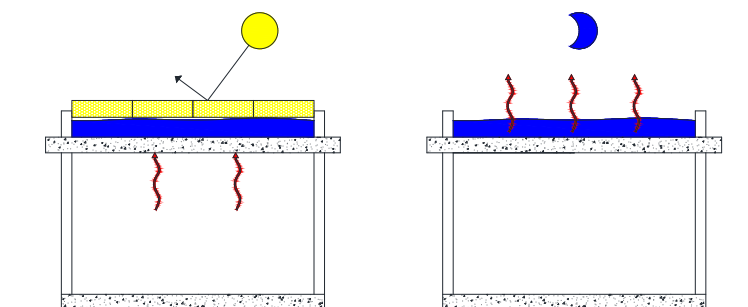


Fig. 4.20 Cubierta de agua fría tipo

Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, en este tipo de cubiertas será necesario resolver son soluciones constructivas inusuales ciertos problemas técnicos; como el peso del agua, la protección del sol y el aislamiento por encima del nivel del agua.

Además, y de igual modo que la cubierta de agua anteriormente mencionada; en zonas climáticas donde exista una problemática derivada a una deficiencia hídrica; dicha solución no es factible; ya se con el paso del tiempo el agua se evaporará necesitando rellenarse para cumplir con su función de absorción de calor interior.

4.4.2 PROTECCIÓN DE RADIACIÓN SOLAR

➤ Ejecutar una cubierta vegetal:

La presente estrategia actúa como si fuera un aislamiento térmico artificial, como en el caso anterior, pero se caracteriza por ser un sistema de aislamiento natural, verde y sostenible; siendo esta última caracterización (sostenibilidad) variable según el tipo de vegetación que se vaya a incorporar además del tipo de clima donde se instale dicha cubierta. Por ejemplo, ejecutar una cubierta vegetal en un clima con insuficientes o escasos recursos hídricos, como la anteriormente expuesta. De todos modos, su principal baza es la de impedir la salida de calor hacia el exterior, aunque también se comporta adecuadamente ante la entrada de calor al interior de la estancia; refiriéndose a la estación de invierno y verano respectivamente.

Dicho comportamiento térmico es por la elevada masa térmica que posee, por lo que ralentizara el paso del calor. Además, también se deberá aislarse para contribuir de forma significativa a la reducción de las pérdidas caloríficas que se producen a través de la cubierta. El aislamiento y la impermeabilización son necesarios a la hora de ejecutar la cubierta vegetal para garantizar la durabilidad estructural.

Por otro lado, como se ha comentado anteriormente, contribuye a la creación de espacios verdes y sostenibles en climas o zonas sin problemas hídricos; siendo sobradamente útil en las grandes urbes consolidadas y de gran densidad de población por metro cuadrado, donde el espacio para crear jardines está limitado por las edificaciones de hormigón con una gran altura.

Es por ello que es especialmente interesante la implementación de las cubiertas ajardinadas en las grandes urbes, además de ser aconsejable para absorber el CO₂ procedente de la circulación vial que dichas urbes poseen a diario.

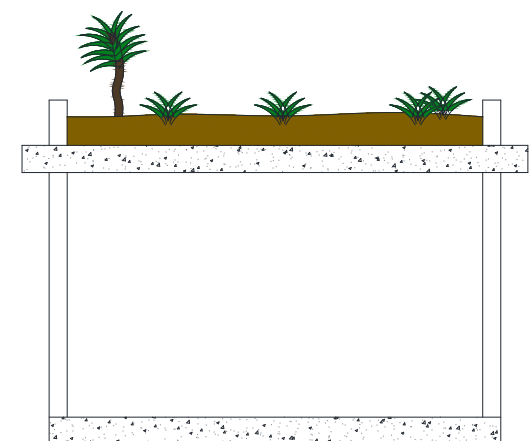


Fig. 4.21 Cubierta ajardinada tipo

Fuente: Elaboración propia

➤ **Protección solar con elementos externos al edificio**

Aunque no sea un aspecto especialmente relevante en la mejora de la envolvente, sí que es de gran interés ya que puede suponer una barrera de disminución en el caso de captación solar en verano y una facilidad de aumentación en el caso de captación solar en invierno. Dichas actuaciones son de carácter variable en función de la época del año en la

que se encuentren los usuarios para su utilización. En ellas se pueden contemplar la introducción de árboles y setos de hoja caduca, y de marquesinas móviles.

La introducción de árboles y setos se caracteriza por la de implantar vegetación de hoja caduca en los alrededores de la fachada, o envolvente térmica; especialmente instalados en la orientación Sur.

Dichos árboles si son de hoja caduca, en invierno no tendrán hojas en las cuales interrumpan la radiación solar que interfiere en la fachada, aumentando así la captación solar y reduciendo la demanda de calefacción. Por otro lado, en verano dichos árboles tendrán hojas las cuales interrumpirán la radiación solar que interfiere en la fachada, disminuyendo así la captación solar y reduciendo la demanda de refrigeración.

Lo mismo para los setos comunes. Cuando llega la época invernal es cuando se realizan las podas para que la vegetación no sufra en su gasto de nutrientes en superar el invierno, por lo que la fachada no tendrá interrupción en captación solar; mientras que en verano, al volver a crecer y aumentar su volumen, crearan una barrera interrumpiendo parte de la captación solar en verano.

Dicha alternativa de barreras son de tipo vegetal, por lo que se aumenta y favorece la vegetación que carecen la gran mayoría de ciudades establecidas, además de crear un paisaje pintoresco y agradable a la vista de los usuarios.

En dicha estrategia se crea una regla básica de compromiso, que *“consiste en situar el árbol de modo que su enramaje se encuentre fuera de una línea trazada a 45º desde la base del edificio”* (Heywood, 2016, p. 36).

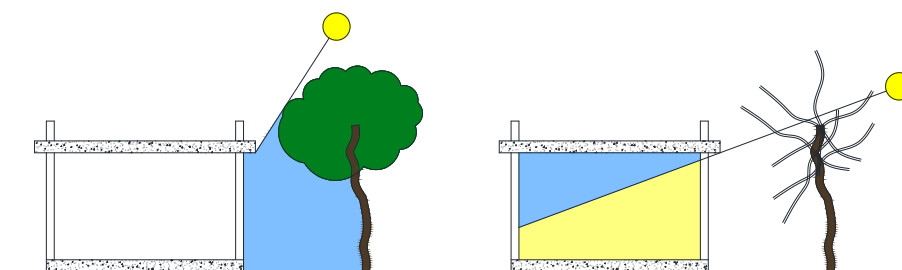


Fig. 4.22 Ejemplo de actuación de ganancia solar con árboles de hoja caduca

Fuente: Elaboración propia

Además, instalar marquesinas y protecciones móviles, que se basan en el mismo símil anterior, interrumpirán la radiación solar procedente del sol en la fachada cuando se estime oportuno.

Instalar marquesinas en las ventanas y toldos o techos en la misma envolvente térmica, se tendrá la opción de interrumpir la radiación solar. En verano tanto las marquesinas como los toldos se desplegarán para realizar dicho fin, y así impedir la captación de radiación. En invierno se realizara todo lo contrario, recoger y abatir todos los elementos para favorecer la captación de radiación.

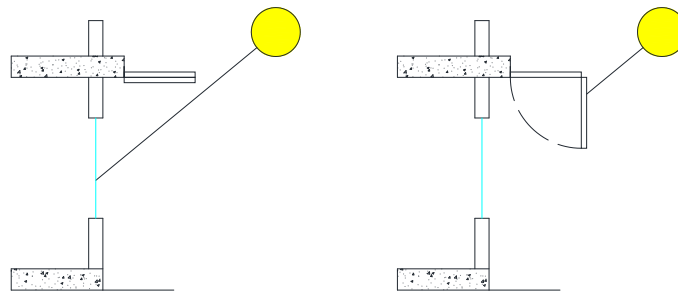


Fig. 4.23 Ejemplo de actuación de ganancia solar con protecciones móviles

Fuente: Elaboración propia

4.5 ACTUACIÓN EN LOS PUENTES TÉRMICOS

La actuación de esta mejora es muy complicada en viviendas existentes ya que no se sabe a ciencia cierta dónde se encuentran, a no ser que se obtenga la información detallada de cómo se ha realizado la construcción. Se pueden solventar una vez construida la edificación pero lo más recomendable es solucionar dichos puentes durante la ejecución.

Los puentes térmicos se crean cuando el cerramiento exterior es interrumpido por otro elemento constructivo como pueden ser los forjados y pierde su continuidad; por lo que hay que reforzar el aislamiento. Los lugares más problemáticos son en encuentros con pilares, con forjados, con carpinterías exteriores y en encuentros con cubiertas.

El CTE, en su Documento Básico DB HE-1, en su Apéndice A destinado a Terminología, define el puente térmico como *“zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 29).

Lo más eficiente para eliminar los puentes térmicos en fachadas es la ejecución de un sistema SATE o ejecutar un trasdosado interior; de tal forma de que el aislante pase por delante de los puentes térmicos dejándolos por el interior, en el primer caso; o que el aislante pase por detrás de los puentes dejándolos por el exterior, segundo caso.

En cubiertas, lo más certero es colocar aislamiento junto con una cámara de aire formando un elemento amortiguador; de igual forma que para los suelos.

Existe una técnica llamada termografía infrarroja, que se basa en captar las temperaturas de los cerramientos (o de cualquier elemento al que se enfoque); y con la ayuda de una escala calorífica de colores se puede saber donde se encuentran los puentes térmicos.

Los puentes térmicos se caracterizan por transmitir calor del interior de la vivienda al exterior o al revés; por lo que en invierno un puente térmico será más rojo en la escala calorífica que el resto del cerramiento exterior; y en verano será las azul que la fachada.

A continuación se expone un claro ejemplo de puente térmico usando la termografía infrarroja en una fachada realizada con mortero monocapa.

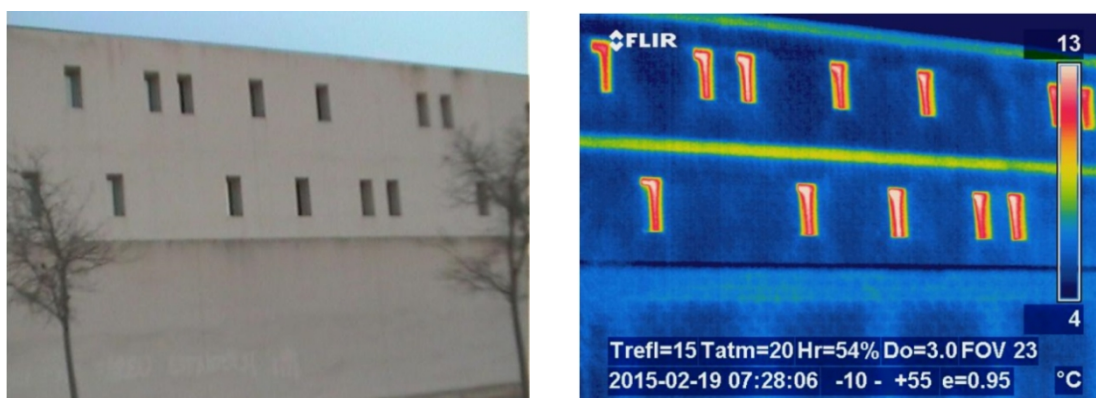


Fig. 4.24 Visualización de puente térmico con termografía

Fuente: (Palma Sellés, 2015, p. 83)

Como se puede observar en la termografía, existe una franja horizontal de color verde claro entre ambas alturas de ventanas. Dicho color corresponde a una temperatura mayor al de la fachada (mírese la escala graduada de colores en la figura de la derecha).

Dicha franja de color verde claro posee una mayor temperatura que toda la superficie de la fachada, siendo el color verde más caliente que el color azul. Por tanto, se podrá afirmar que por dicha franja en horizontal se pierde calor del interior al exterior; siendo un reflejo claramente diferenciado correspondiente a la existencia de un puente térmico entre el forjado y la fachada.

Del mismo modo que en el anterior caso, todas las ventanas poseen un color rojo en todo el perímetro de la carpintería. Dicha exposición corresponde a otros puentes térmicos derivados de una errónea ejecución y puesta en obra de la carpintería, provocando un puente térmico; con lo que conlleva a una fuga de energía calorífica del interior de las estancias hacia el exterior.

4.6 MEJORAR LA VENTILACIÓN INTERIOR

4.6.1 VENTILACIÓN Y CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

La ventilación de un espacio cerrado consiste en renovar el aire de su interior con aire procedente del exterior cuando el aire interior se encuentre próximo a unos niveles no aconsejables para la respiración; normalmente por acumulación de CO₂ procedente de los usuarios.

Además, la ventilación de un espacio cerrado también es consecuencia de la acumulación de calor en el interior de la estancia, por lo que es necesario realizar una renovación de aire por otra de menos carga calorífica y así mejorar el confort de los usuarios que se encuentren en dicha estancia interior de la vivienda.

Por tanto, la ventilación interior se puede dividir a dos tipos de estrategias diferentes:

- Ventilación higiénica, que consiste en renovar las masas de aire interior que puedan haber sufrido procesos contaminantes que las hagan inadecuadas para la respiración.
- Ventilación refrigerativa, que consiste en renovar las masas de aire interior a menor temperatura que las que se encuentran en el interior de la edificación.

El objetivo del primer tipo de ventilación (higiénica) es la de mantener unos niveles de calidad del aire interior adecuados para las personas que habitan el inmueble. Dichos requisitos mínimos se recogen en la normativa estatal vinculante relacionada con la salubridad (España. Ministerio de Fomento, 2009). Además, y de forma internacional, existe la IAQ (*Indoor Air Quality* en inglés) o Calidad del Aire Interior en español perteneciente al EPA (*United States Environmental Protection Agency* en inglés) o Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en español (EPA, 2017).

Así pues y gracias al CTE en su documento básico HS3, se exigen una serie de renovaciones de las masas del aire interior que son necesarias independientemente de las condiciones climáticas exteriores, ya que su renovación es indispensable. Dichos

valores de renovación, están reflejados en la Tabla 2.1 “*Caudales de ventilación mínimos exigidos*” en l/s, en su página HS3-2 (España. Ministerio de Fomento, 2009, p. 71).

Además y para mostrar la importancia de dicho objetivo; es la reciente publicación de un borrador referente a la modificación del Documento Básico DB HE (ahorro de energía) y DB HS (Salubridad), este ultimo introduciendo el concepto de variación del caudal de ventilación en función del nivel de CO₂ que se acumule en el interior de la estancia (España. Ministerio de Fomento, 2016b) que actualmente no está contemplado en el CTE; estipulándose su entrada en vigor al día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial de Estado.

El objetivo del segundo tipo de ventilación (refrigerativa), también conocida como “ventilación gratuita” o “freecooling” en ingles; se basa en el intercambio convectivo de masas de aire frías con las masas de aire caliente en el interior, destinándose las primeras masas a evacuar el aire caliente del interior por lo que se acelera el proceso de enfriamiento.

El movimiento de aire que permite la renovación en ambientes interiores se produce por la diferencia de presiones entre estos, ya que cada masa posee diferentes temperaturas y densidades; y en exposiciones eólicas, por la existencia de viento. En el caso del viento, dicha renovación dependerá de la velocidad y presión del mismo.

La ventilación más representativa y tradicional que posee estrategias de disipación y evacuación de calor es la refrigeración durante el verano. Además, y como se ha comentado anteriormente, cuando las diferencias de temperatura y densidad son insuficientes para garantizar una correcta ventilación, resulta factible forzar dicha situación e incrementar mediante sistemas mecánicas la velocidad de las masas de aire.

Al poseer una velocidad de ventilación para la renovación del aire interior, esta produce una sensación de frescor y confort térmico que aumenta con la velocidad del aire, aunque no deberán de superar determinadas velocidades ya que si llega a unos determinados límites se reduce la comodidad de los usuarios de la vivienda.

Tabla 4.2 Velocidades de aire y sensación de confort

VELOCIDAD (m/s)	SENSACIÓN
Hasta 0,2	Inapreciable
De 0,2 a 0,5	Agradable
De 0,5 a 1,0	Agradable, aunque se percibe el movimiento del aire
De 1,0 a 1'5	Molestia leve a molestia fuerte
Mayor de 1,5	Inadecuado para el confort de los usuarios. Requiere de medidas correctoras

Fuente: Elaboración propia a partir de (Granados Menéndez, 2010, pág. 112)

4.6.2 SISTEMAS DE VENTILACIÓN

Existen varios métodos de ventilación.

- Métodos pasivos, en los que intervienen las ventanas y huecos de paso como carriles para la renovación de aire.
- Métodos activos, en los que intervienen ventiladores, sistemas de aire acondicionado, etc.

Cabe destacar que cuando el aire exterior esta a menor temperatura que el aire interior, la efectividad de la ventilación pasiva se incrementa cuando se disponen de sumideros naturales de calor disponibles.

Un sumidero natural de calor se puede considerar como un mecanismo natural, como la atmosfera o el terreno; encontrándose a una temperatura inferior a la temperatura interior (focos fríos). De tal modo y por acción natural de transmisión de calor; el aire caliente tiende a desplazarse hacia el frio; obteniéndose una refrigeración natural pasiva (Serrano Yuste, 2014).

Existen pues, varios tipos de ventilación; siendo la ventilación simple, cruzada, nocturna o de refrigeración, por efecto chimenea, con refrigeración previa y por conductos de aire enterrados las más representativas. Todas las anteriormente citadas corresponden al método pasivo de ventilación; siendo transformado al método activo cuando el caudal de ventilación natural es insuficiente referido a salubridad, e ineficiente referido a refrigeración o conceptos energéticos.

➤ Ventilación simple

Es la estrategia que consigue menor número de renovaciones de todas; ya que se basa en disponer de una única entrada ubicada en la fachada, como una carpintería; para ventilar una única estancia.

Además, dicha ventilación usa el mismo hueco tanto para entrar como para salir; por lo que dificulta la entrada y/o salida de aire junto con intercambiar temperaturas y/o componentes viciados.

Para que dicha ventilación sea eficiente, se tendrá que orientar el hueco de la fachada con respecto a la dirección del viento, siendo al mismo tiempo coincidentes. En caso contrario, el efecto que se produciría sería muy pobre (Fenercom, 2011a, p. 114).

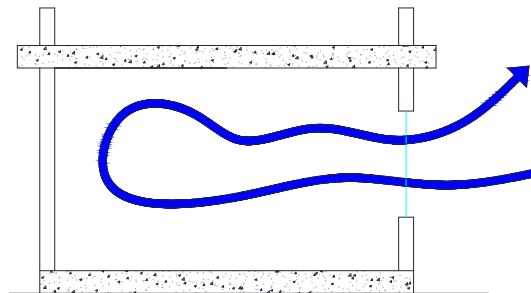


Fig. 4.25 Ventilación simple

Fuente: Elaboración propia

➤ Ventilación cruzada

Para dicha ventilación, una el mismo principio básico que la ventilación simple; añadiendo a la anteriormente citada, un hueco en la fachada en el lado opuesto al primer hueco existente; de tal forma que estén enfrentados entre sí encontrándose la estancia interior en medio de estas. La ventilación se realiza de forma horizontal.

Dicha ventilación consiste, tanto en renovar el aire interior como en enfriar la estructura del edificio con el fin de perder carga térmica acuminada en su interior. Los huecos en fachadas opuestas dan lugar a la ventilación cruzada, ya que al crearse “caminos” con entrada y salida del aire, se aumenta el enfriamiento de todos los

elementos de la envolvente térmica; además de aumentar aún más si cabe la eficiencia si dichos caminos recorren la mayor área interior posible.

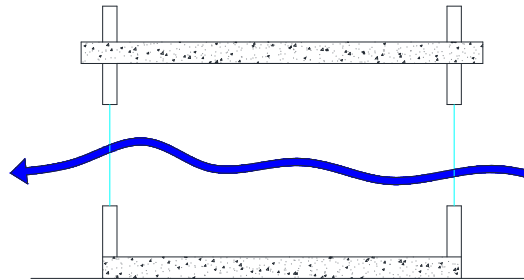


Fig. 4.26 Ventilación cruzada

Fuente: Elaboración propia

➤ Ventilación nocturna o de refrigeración

La ventilación por refrigeración se realiza mayoritariamente en el periodo estival, ya que se aprovecha las diferencias de temperatura en las horas nocturnas. Dicha ventilación se la denomina ventilación nocturna.

Dicha ventilación consiste básicamente en enfriar la estancia en las horas donde la temperatura sea inferior a la temperatura del interior. Además, si dicha ventilación se realiza con una ventilación nocturna, el efecto obtenido es un mayor número de renovaciones de aire; añadiendo eficiencia a la refrigeración.

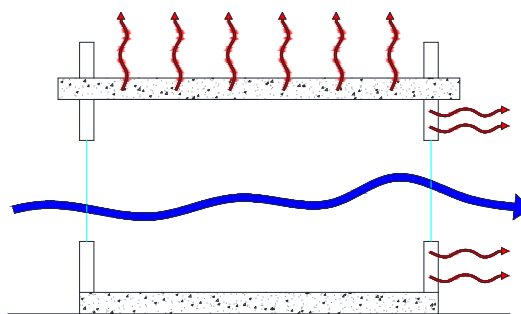


Fig. 4.27 Ventilación nocturna

Fuente: Elaboración propia

➤ **Ventilación por efecto chimenea**

Existe una variante a la anteriormente citada ventilación cruzada, realizando la renovación del aire en sentido horizontal. La presente ventilación es de sentido vertical.

Dicha ventilación posee la misma base que la cruzada, pero en vez de cruzar de una fachada a otra; entra por una fachada y sale por el cerramiento superior (cubierta).

Dicha ventilación por efecto chimenea depende de la flotabilidad del aire, y funciona siempre que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior sea superior a 2 °C (Heywood, 2016, p. 148).

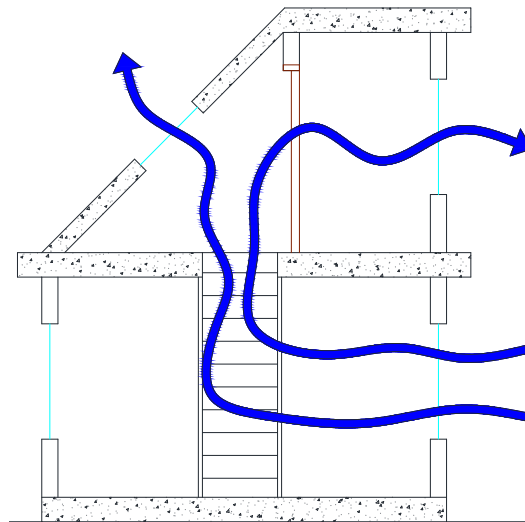


Fig. 4.28 Ventilación por efecto chimenea

Fuente: Elaboración propia

➤ **Ventilación con refrigeración previa**

Cualquier ventilación puede ser refrigerada (por medios naturales) anteriormente de su introducción a la vivienda. Es por ello que la presente estrategia puede añadirse a cualquiera de las ventilaciones anteriormente comentadas.

Es por ello que si se añade un enfriamiento previo del aire a la ventilación cruzada, por ejemplo; la sensación de enfriamiento tanto para el interior de la vivienda como para el de los usuarios, aumentara el confort de un modo significativo. Las viviendas deberán situarse de tal modo que puedan alcanzarlas las brisas refrescadas por el agua.

En climas y estaciones húmedas y cálidas, se debe aprovechar la brisa diurna marina de la costa orientando los edificios hacia el mar.

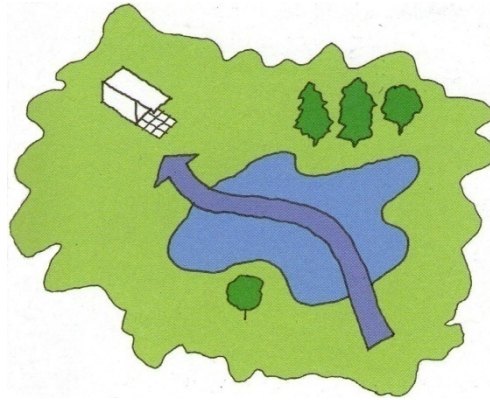


Fig. 4.29 Ventilación con enfriamiento previo de agua

Fuente: (Heywood, 2016, p. 33)

La utilización del paisaje como fuente de refrigeración también puede ser una estrategia para un enfriamiento previo del aire en la ventilación cruzada. El suelo que se encuentra en sombra, gracias a los arboles, se encuentra a una temperatura inferior que la superficie que lo rodea; de modo que las brisas cálidas se enfrían al pasar por el terreno en sombra. Dicha estrategia puede aplicarse tanto para situaciones rurales como urbanas; ya que la sombra puede nacer con los arboles o edificios.

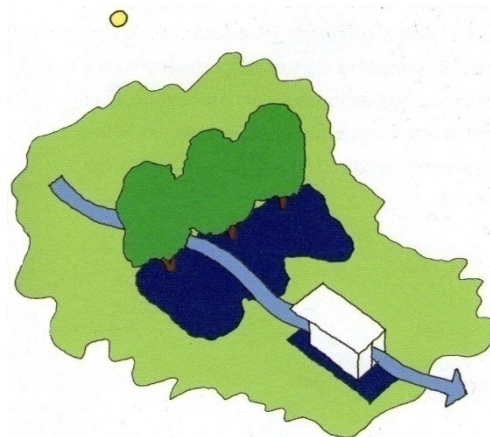


Fig. 4.30 Ventilación con enfriamiento previo de sombra

Fuente: (Heywood, 2016, p. 39)

Los patios interiores, a menor temperatura que las fachadas exteriores si sus dimensiones dificultan el acceso de radiación solar, también son espacios de aire frío; por lo que también se podrían utilizar para una ventilación cruzada, aunque con menor efectividad si se tratase de una ventilación cruzada de exterior - interior - exterior.

➤ Ventilación por conductos de aire enterrados

Dicha estrategia puede albergar dos soluciones constructivas diferentes proporcionando el mismo efecto a la vivienda. Aprovechase del aire situado en el forjado sanitario para enfriarlo y aprovecharse de la temperatura del suelo natural.

En el primer caso será una estrategia a considerar si se posee una edificación existente con un forjado sanitario. Si es así, se podrá usar la temperatura de dicho espacio acumulado que está protegida del sol durante todo el día; siendo en los climas cálidos y húmedos donde mayor eficiencia posee.

Se enfriará el aire gracias a la tierra que se encuentra debajo del forjado y que está protegida de la radiación solar; manteniendo una temperatura inferior que la del ambiente exterior. El empleo de conductos de refrigeración subterráneos permite que la tierra transmita su frescor al aire de ventilación.

Dicho frescor vendrá proporcionado por las lluvias de verano, la evaporación y la protección de la radiación solar anteriormente mencionada.

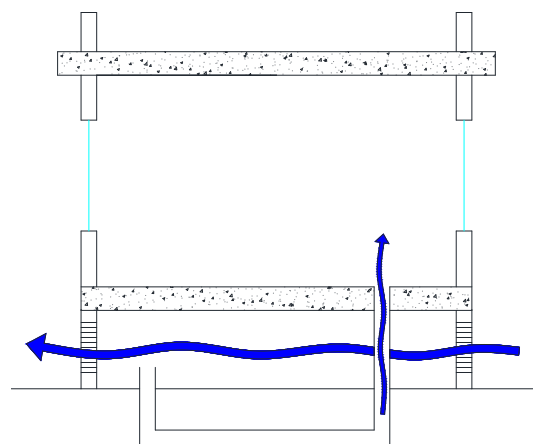


Fig. 4.31 Ventilación por conductos de aire enterrados

Fuente: Elaboración propia

En el segundo caso será la utilización de la estrategia que usa el concepto básico del pozo canadiense; usando únicamente los conductos enterrados sin necesidad ejecutar un forjado sanitario.

Con el pozo canadiense, resulta interesante la utilización de métodos y técnicas físicas para la reducción en el consumo energético, e incluso para la reducción de la demanda energética; tal y como se ha explicado anteriormente.

La gran mayoría utilizan como fuente de abastecimiento la energía procedente de los fósiles, de la química (como plantas nucleares), de la energía procedente del sol e incluso de la eólica como primaria; pero en ningún momento los sistemas anteriormente citados utilizan la energía del subsuelo como fuente de abastecimiento primario. Así pues, se puede utilizar la energía acumulada en el terreno para acondicionar, comúnmente, los espacios habitables de calefacción y/o refrigeración.

Los principios de dichos pozos son muy simples; aprovechan el calor acumulado del subsuelo a unos 2 metros de profundidad, ya que a esa cota la temperatura oscila entre 18 y 24 °C, e introducir el aire que previamente le ha cedido el subsuelo en el ambiente interior de la vivienda.

Usa el mismo principio termodinámico que el intercambiador de calor; solo que este ultimo consume una energía exterior previa para poder tener aire caliente mientras que el pozo no necesita de dicha energía exterior previa; utiliza la energía de la geotermia.

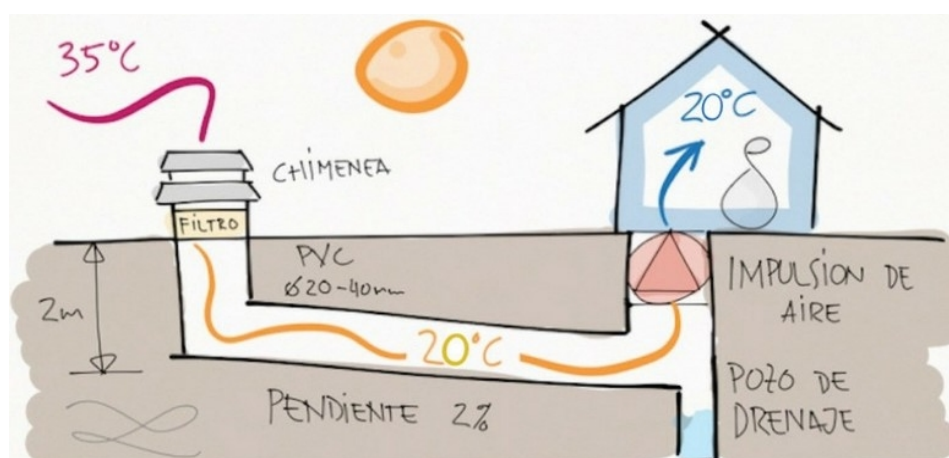


Fig. 4.32 Principios básicos del pozo canadiense

Fuente: (About Haus, 2013), consultado el 01/05/2017

Como se ha mencionado anteriormente, dicho sistema es capaz de funcionar tanto en invierno como en verano.

En verano y de día, el suelo se encuentra “frio” respecto al aire exterior, por lo que parece lógico transmitir dicho calor que se encuentra en el aire exterior al suelo e introducirlo a la vivienda.

En invierno y de noche, el suelo se encuentra “caliente” respecto al aire exterior, por lo que parece lógico transmitir dicho calor que se encuentra en el suelo al aire e introducirlo a la vivienda. Dicho suelo se encuentra con una temperatura más elevada a la del aire exterior, ya que en condiciones normales (sin nubosidad, lluvia y/o niebla) el terreno absorbe toda la energía procedente del sol, por lo que de noche se encuentra con más calorías caloríficas que por el día; que es cuando se encuentra con menos.

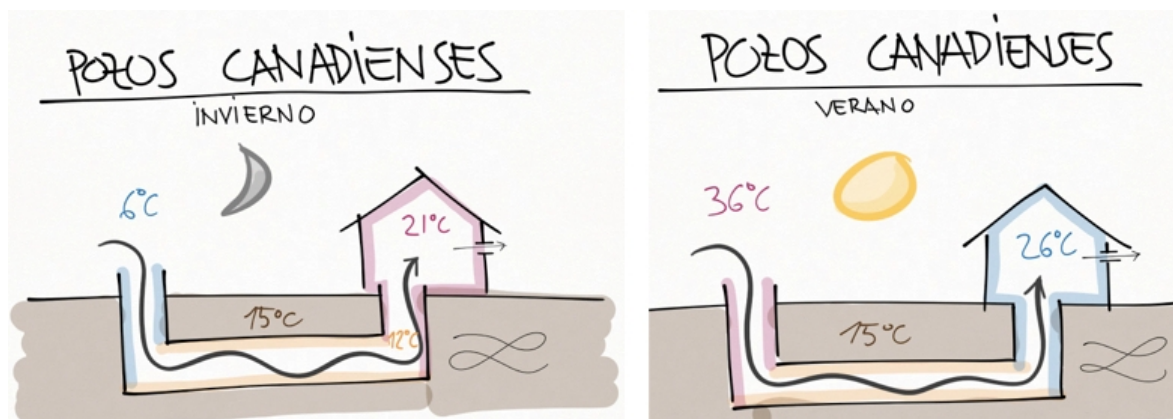


Fig. 4.33 Diferencia de utilización entre invierno y verano de los pozos canadienses

Fuente: (About Haus, 2013), consultado el 01/05/2017

Cabe destacar que para la realización de dicho sistema requiere de movimiento de tierras además de especificar correctamente su lugar de colocación; ya que el subsuelo está compuesto por diversos materiales con diferentes conducciones térmicas; por lo que sería interesante realizar un estudio previo para tener una clasificación del suelo según su conductividad térmica.

Además, para dicho sistema, sería conveniente instalar un sistema principal de acondicionamiento, tanto de calefacción como de refrigeración; y considerar el pozo como un sistema de apoyo al principal.

4.6.3 EQUIPOS DE VENTILACIÓN

La ventilación natural cruzada y/o la ventilación nocturna no son adecuadas cuando las condiciones de temperatura del ambiente exterior son más elevadas que las del ambiente interior; además de ser ineficaces en ambientes con un clima frío. Para solucionar el problema, existe un elemento altamente eficaz, llamado intercambiador de calor. Otra estrategia será la de utilizar una ventilación mecánica sin recuperador de calor cuando las temperaturas de exterior e interior sean parecidas; aunque esta estrategia pierde eficiencia de calor en invierno.

Estas dos estrategias deberán cumplir con la obligación expuesta en el CTE de ventilación higiénica, además de ofrecer la posibilidad de reducir la demanda de calefacción en la estación invernal o en climas fríos.

Así pues, la función principal de dicho elemento, llamado también ventilación con recuperación de calor o HRV en sus siglas en inglés; es la de poder renovar el aire del ambiente interior introduciendo aire fresco del exterior sin derrochar la carga térmica acumulada generada por un sistema de calefacción. La extracción del aire viciado antes de expulsarlo se cruza, no se mezcla, con el aire fresco del exterior por lo que se crea una renovación de aire pero manteniendo el confort térmico del interior del edificio

Esta transmisión de calor se realiza a través de dos conductos aparejados entre sí formando una especie de laberinto por el cual en uno sale el aire caliente y en el otro entra el aire frío. Gracias al equilibrio térmico definido en la ley de la termodinámica, el aire caliente tiende a desplazarse al frío, intercambiando así las cargas térmicas de un aire al otro.

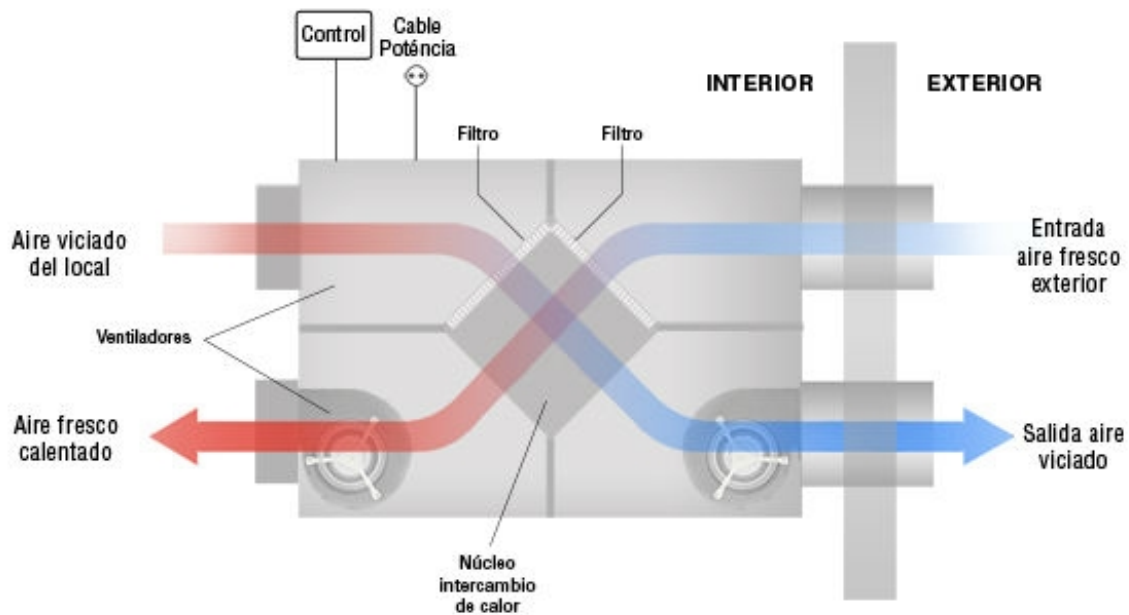


Fig. 4.34 Intercambiador o recuperador de calor tipo

Fuente: (Recuperadores de Calor, s. f.), consultado el 17/04/2017.

Dicho sistema se clasifica como ventilación mecánica, ya que emplea ventiladores eléctricos para el movimiento del aire. En dichos sistemas se puede alcanzar un gran porcentaje de recuperación de calor, llegando en algunos casos hasta una recuperación de un 95%, lo que supone un ahorro en la demanda de calefacción bastante importante.

Además el recuperador de calor puede poseer características o accesorios tecnológicos tanto para mejorar como para automatizar dicho proceso de renovación; tales como sensores de CO₂ en el ambiente interior, para que cuando se alcance una determinada cantidad de concentración en el ambiente interior, se aumente o reduzca el constante caudal de ventilación establecido en el CTE.

Este sensor es el más importante, ya que si él se tendría que realizar la renovación del aire de forma manual abriendo las ventanas durante un periodo de tiempo o dejándolas abiertas permanentemente; perdiendo mayoritariamente en el último caso toda la eficiencia del intercambiador de calor. Además, se instalan unos filtros contra el polvo y ácaros para obtener un aire más limpio que el ofrecido mediante la ventilación natural.

Según expone en CTE en su Documento Básico DB HS3, el caudal de ventilación deberá ser constante; por lo que colocar un sensor de temperatura sería inapropiado; ya que no se renovarían el aire hasta alcanzar una temperatura óptima incumpliendo el CTE.

Además, el recuperador de calor recupera energía, por lo que en verano hay que realizar una adecuada utilización del sistema para evitar sobrecalentamientos. Para ello se puede incorporar un refrescamiento nocturno para introducir un aire más frío del ambiente exterior al interior; y así evitar sobrecalentamiento.

La estrategia de aplicación de dicho sistema en viviendas existentes es la misma que expone el CTE, en su documento básico HS3 perteneciente a la calidad del aire interior, donde se expone la figura 3.1 referente a las aberturas de admisión y extracción de la ventilación.

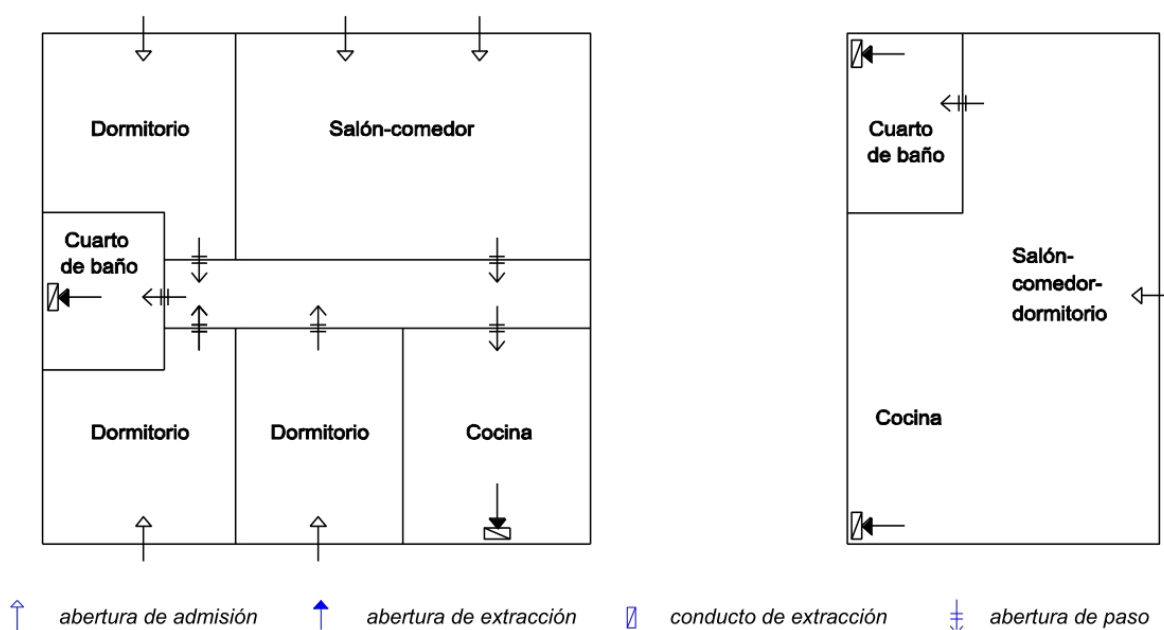


Fig. 4.35 Ejemplo de ventilación en el interior de las viviendas

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2009, p. HS3-4)

El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, siendo los locales secos los comedores, los dormitorios y las salas de estar. Los locales húmedos serán los aseos, las cocinas y los cuartos de baño. Las particiones que se encuentren entre los dos tipos de locales (secos y húmedos) deberán considerarse como locales secos disponiendo de aberturas de paso (España. Ministerio de Fomento, 2009, p. HS3-2).

Así pues, en los locales secos se dispondrán de aberturas de admisión y en los locales húmedos de extracción. Las aberturas de extracción, sin implementar la estrategia referida al intercambiador de calor; se expulsaran directamente al exterior.

Para aplicar dicha estrategia, los conductos de extracción irán conectados al intercambiador, de tal forma que el aire pase por él antes que expulsarlo al exterior. Así se podrá intercambiar el calor con las aperturas de admisión, que estarán conectadas previamente al intercambiador, y de esté irán a cada local seco.

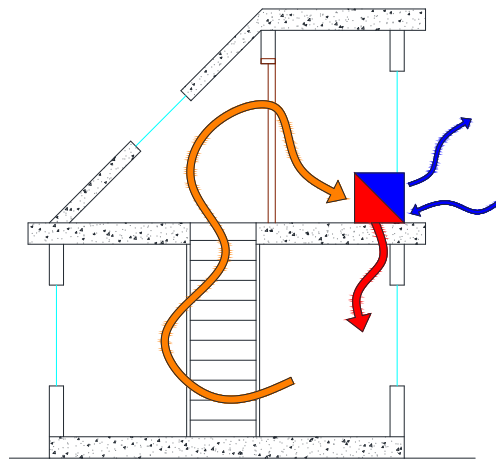


Fig. 4.36 Ejemplo de actuación con intercambiador de calor

Fuente: Elaboración propia

Por último, y tal como se ha mostrado en la figura anterior; dicha estrategia es efectiva únicamente para conservar el calor del interior de la vivienda, siendo muy útil en climas fríos. En climas templados, por ejemplo, en el ciclo estival será necesario recurrir a una ventilación cruzada o por efecto chimenea.

El método de aplicación en edificaciones existentes será, en el caso de un recuperador de calor, la instalación en la vivienda, ya sea en un armario o falso techo en cubierta; para poder recuperar el calor que se genera con el sistema de calefacción en invierno.

En el caso de una ventilación mecánica; será de igual modo que el recuperador de calor. Cabe mencionar que algunos recuperadores de calor poseen la característica de activar o desactivar el recuperador; siendo ventilación mecánica cuando el usuario, o los sensores de temperatura, lo deseen.

5 ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO

5.1 CONCEPTOS GENERALES

Las estrategias para la reducción del consumo energético se basan principalmente en aprovechar el máximo de energía posible para satisfacer a la demanda energética expuesta anteriormente junto con la eficiencia de los equipos de generación.

El CTE expone, en su Documento Básico DB HE-0, correspondiente a la Limitación del Consumo Energético, en su Apéndice A destinado a Terminología, la siguiente definición referente al consumo energético: *“energía necesaria para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS y, en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio, teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados”* (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 13).

Para ello se tendrán que utilizar sistemas, que obtengan los servicios anteriormente mencionados, con un alto rendimiento. Un sistema de alto rendimiento se caracteriza en que para obtener una determinada demanda se consume menos energía que un sistema de rendimiento medio o bajo.

5.2 MEJORAR LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS

La producción de calor puede realizarse utilizando procesos de combustión, como combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Este último proceso de combustión se usa en el sistema de generación de calor por caldera, y es el más utilizado y conocido actualmente.

Dichos sistemas se basan en la utilización del agua como medio de transporte del calor, tanto para calefacción como para ACS; ya que el agua posee un alto calor calorífico específico por el cual hace que se necesite un caudal menor que con cualquier otro fluido caloportador para transportar la misma cantidad de calor; además de su bajo precio si se compara con otros caloportadores.

Para realizar una correcta estrategia basada en la reducción del consumo energético (en calefacción y ACS), es necesario actualizar o instalar una serie de equipos que a continuación se exponen.

5.2.1 EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ACS

Para la generación tanto de calefacción como de ACS, existen varios equipos capaces de obtener el mismo resultado que la anteriormente citada caldera (convencional) pero con un rendimiento y eficiencia superiores.

Dentro de las calderas de combustión destacan las correspondientes a las calderas de baja temperatura y las calderas de condensación, ambas diseñadas para dar soporte a la demanda de calefacción, ACS o mixtas (demanda tanto de calefacción como ACS al mismo tiempo).

➤ **Caldera de baja temperatura:**

Según la Directiva Europea de Rendimientos 92/42/CEE, en su artículo 2, expone que una caldera de baja temperatura es aquella capaz de poder *“funcionar continuamente con una temperatura del agua de alimentación de entre 35 y 40 °C y que en determinadas circunstancias puede producir condensación”* (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 1992, p. L 167/18).

Dicha caldera está orientada a funcionar con dichas temperaturas de agua de retorno sin que se produzcan en su interior condensaciones acidas, todo ello gracias a elementos constructivos como superficies de intercambio de calor de pared múltiple.

La principal característica de las calderas de baja temperatura es la de permitir adaptar la temperatura de generación a las necesidades reales de los usuarios de la vivienda, es decir, a la demanda térmica real; mientras que las calderas convencionales no pueden adaptar la temperatura de generación a las necesidades, siendo estas últimas menos eficientes.

➤ **Caldera de condensación:**

Es aquella que suma la tecnología anterior con la recuperación de la energía contenida en los gases de la combustión mediante la condensación del vapor de agua.

En otras palabras, aprovechan la energía obtenida debido a la condensación del vapor de agua, contenida en los humos producidos de la combustión, para pre-calentar el agua de entrada al equipo.

En las calderas convencionales, el vapor de agua es evacuado al exterior sin aprovechar el poder calorífico que este posee, por lo que estas calderas de condensación aprovechan dicho vapor de agua para precalentar el agua, aumentando así el rendimiento de la misma hasta valores superiores al 100%.

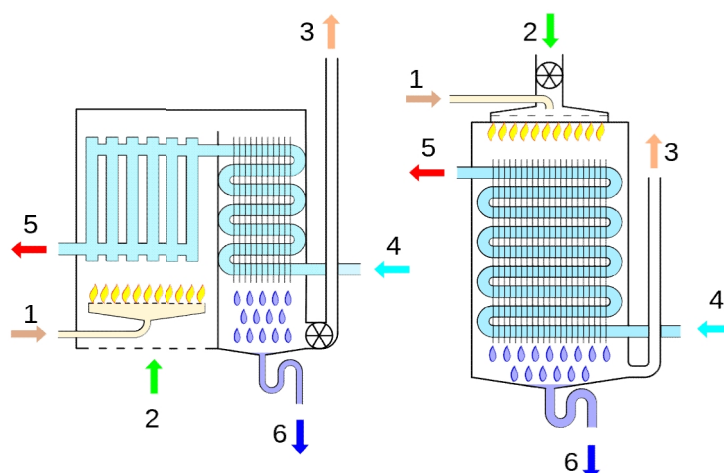


Fig. 5.1 Calderas de condensación tipo

Fuente: (Bla Bla Deco, 2016), consultado el 10/06/2017.

Siendo: 1. La entrada de gas; 2. Entrada de aire; 3. Salida de gases quemados; 4. Entrada de agua fría sanitaria; 5. Salida de agua caliente sanitaria; 6. Agua condensada.

➤ **Caldera de biomasa:**

Dichas calderas se caracterizan por utilizar como fuente de energía combustibles naturales como los pellets de maderas, huesos de aceituna, residuos forestales y cascara de frutos secos para generar calefacción y ACS a la vivienda. La base de su funcionamiento es similar, por no decir la misma, que las calderas convencionales; la única diferencia recae en el tipo de combustible a emplear entre una y otra.

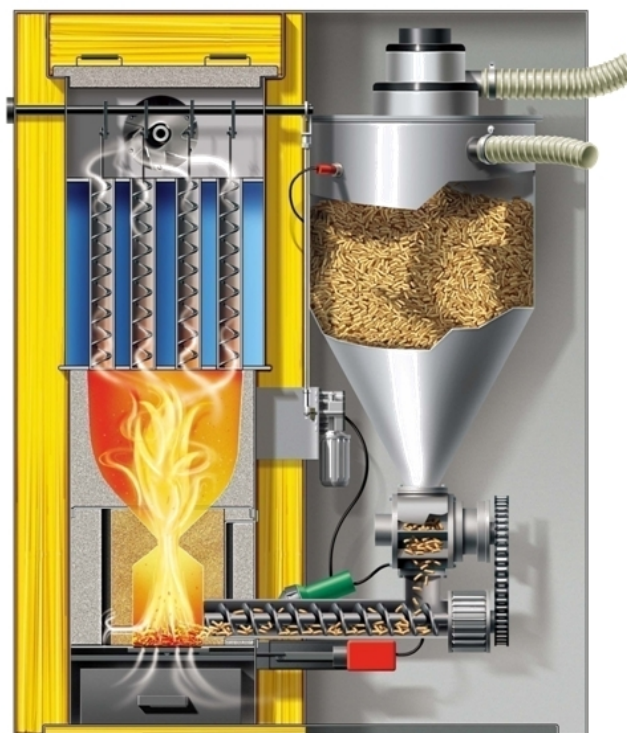


Fig. 5.2 Caldera de biomasa tipo

Fuente: (Gestionar Energía, 2014), consultado el 17/04/2017.

Cabe destacar que el combustible para dichas calderas no se encuentra en todos los sitios geográficos nacionales, solo en algunos lugares específicos donde mayoritariamente se trabaje en la agricultura.

Por tanto, dicho combustible deberá ser transportado hasta la vivienda; siendo un condicionante a la hora de la elección de la caldera. Se tendrá que estudiar la rentabilidad económica ya que el coste del transporte puede aumentar el coste de funcionamiento.

Además, un gran punto a favor que poseen las calderas de biomasa es que esta fuente de generación de calefacción o ACS, se considera parcialmente renovable, ya que se le dota de un factor de paso de CO₂ con unos niveles muy bajos.

➤ **Uso de energía eléctrica:**

Dicho uso se caracterizan en el uso de energía eléctrica a modo de combustible. El calentamiento se realiza en base a resistencias térmicas y se utiliza tanto para la generación de calor como para el abastecimiento de ACS. Dichos aparatos generadores, también se denominan calderas cuando el proceso de generación de calor se realiza en un depósito acumulador (en este caso de calor) y después se distribuye por la red de la instalación para satisfacer la demanda de calefacción o de ACS.

Así pues el modo de aplicación de dichas calderas mencionadas anteriormente en edificaciones existentes será la sustitución física de las calderas convencionales (o de otro tipo) por alguna de las anteriormente citadas (de baja temperatura, de condensación, de biomasa o eléctricas; siendo los condicionantes de su sustitución el espacio existente para su instalación y la inversión inicial que se desee realizar.

5.2.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS

Un punto de importancia en el que no se tiene suficiente interés. Lógicamente es contraproducente el instalar una caldera, o cualquier otro tipo de generación de calor que ofrezca una alta eficiencia energética; si al mismo tiempo se posee una red de distribución con pérdidas de calor.

Es por ello que el presente punto es tan importante como la del propio equipo de generación. Así pues, se pueden aplicar unas estrategias de mejora, tales como:

- Aislar térmicamente las tuberías para reducir las pérdidas de energía calorífica.
- Incorporar válvulas termostáticas en los radiadores para controlar el paso del agua caliente a él cuando la temperatura del mismo disminuya.
- Sustitución de elementos en mal estado o con fugas hidráulicas.
- Reducir, en todo momento, la longitud de las tuberías tanto de calefacción y ACS, para obtener un menor recorrido; y así perder la mínima energía calorífica.
- Crear una tubería de retorno, de tal forma que el agua caliente acumulada tras la terminación de un servicio, pueda ser reutilizada para otro.

5.3 MEJORAR LA INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración, como sistema activo, se ha incorporado muy recientemente a los sistemas de confort en la edificación; existiendo variaciones en función del tipo de uso de uso del edificio. En el sector residencial, mayoritariamente, los sistemas de generación son de carácter individual (un solo usuario y/o una única zona térmica) y en pequeñas potencias.

El combustible que usan dichas instalaciones de generación de frío es la electricidad como fuente de abastecimiento energético; aunque actualmente se están empezando a incorporar en el mercado los sistemas de “frío solar”, el cual se explica de forma breve en el apartado 5.3.3 del presente capítulo dada la importancia e innovación que representa, además de su elevada dificultad y entendimiento.

En cambio, en la edificación correspondiente al sector terciario, los sistemas de refrigeración poseen una gran complejidad y están muy lejos de poder ser comparados con los del sector residencial.

5.3.1 EQUIPOS PEQUEÑOS DE REFRIGERACIÓN

Son aquellos que se caracterizan por ser compactos y autónomos; permitiendo la refrigeración de un ambiente interior mediante una conexión directa a la red eléctrica sin requerir de otras instalaciones adicionales.

Los equipos autónomos son aquellos que permiten la refrigeración de un ambiente mediante una conexión a la red de energía eléctrica; además de no requerir otras instalaciones adicionales. Dicho sistema se caracteriza por enfriar el aire por la expansión directa de un refrigerante mediante baterías de expansión directa y evacuando el calor de la condensación del refrigerante al exterior; además de no utilizar el agua como fluido caloportador.

➤ **Compactos móviles:**

Pequeños equipos de producción de frío (y/o calor) dotados o no de bomba de calor, que climatizan directamente en el local mediante una maquina frigorífica. Pueden ser móviles, además de contar con pequeñas dimensiones.



Fig. 5.3 Aire acondicionado portátil

Fuente: (HidalGas, 2015), consultado el 10/06/2017.

➤ **Compactos de ventana:**

Son equipos de condensación por aire y de descarga directa al local a climatizar, colocando normalmente un equipo por habitación o estancia. La instalación puede realizarse tanto en la fachada o debajo de la ventana, siendo necesario el contacto con el exterior para la expulsión del aire. Por último, el control de temperatura es individual para cada equipo.



Fig. 5.4 Aire acondicionado de ventana

Fuente: (Aire Acondicionado Net, 2012), consultado el 10/06/2017.

5.3.2 EQUIPOS MEDIANOS DE REFRIGERACIÓN

Dichos equipos, al igual que los pequeños, son autónomos. La diferencia existente es la posibilidad de ser instalado un único equipo por vivienda o local, aprovechando el falso techo existente en los baños y pasillos distribuidores con el condicionante de estar próximos a una toma al exterior.

El inconveniente es que no zonifica una única zona o estancia; teniendo que iniciar su funcionamiento todo el equipo a todas las estancias donde esté instalado para refrigerar una única estancia, conllevando un gasto energético.

Su clasificación se realiza según sus características, pudiéndose emplear la combinación de dos o más en un solo equipo:

- Según su condensación:
 - Condensación por agua
 - Condensación por aire
 - Según su impulsión del aire:
 - Descarga directa
 - Descarga mediante red de conductos
 - Por su constitución:
 - Compactos
 - Partidos (Splits y Multisplits)
 - Por su disposición:
 - De techo
 - De cubierta (*roof-top*)
-
- **Compacto condensado por aire al interior:**

Dentro de este grupo se pueden encontrar los equipos de generación sencillos que abastecen a una sola zona (unizona) o equipos multizona con varias unidades terminales. Además, la gran ventaja de dichos equipos es la de poder suministrar calefacción a los espacios si se invierte el ciclo de funcionamiento.

Son sin duda alguna, los equipos más representativos en la actualidad edificatoria residencial, siendo el más eficiente el tipo de bombas de calor. La instalación se realiza en el cuarto de instalaciones de forma que se encuentre dentro de la envolvente térmica.

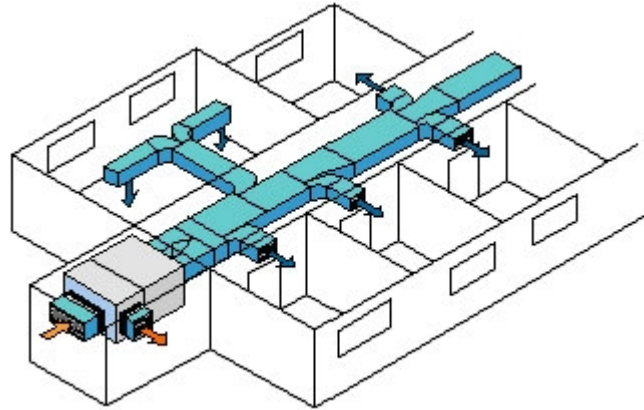


Fig. 5.5 Compacto condensado por aire en falso techo

Fuente: (Aire Clima, 2005), consultado el 10/06/2017.

➤ **Compacto condensado por aire en cubierta (roof-top):**

Usa el mismo principio que el anterior, pero su instalación se realiza en la cubierta; encontrándose el equipo al exterior.

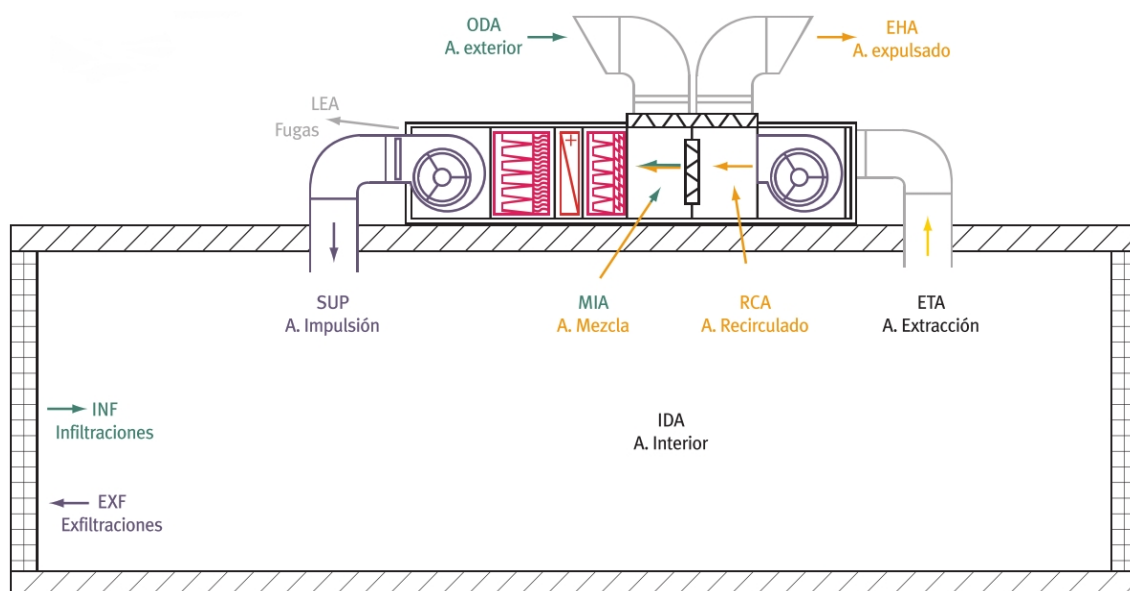


Fig. 5.6 Compacto condensado por aire en cubierta con expulsión de aire al exterior

Fuente: (IDAE, 2012, p. 18)

No obstante, en pequeñas instalaciones como pueden ser pequeñas viviendas; no se realiza una expulsión de aire al exterior; se realiza por exfiltraciones.

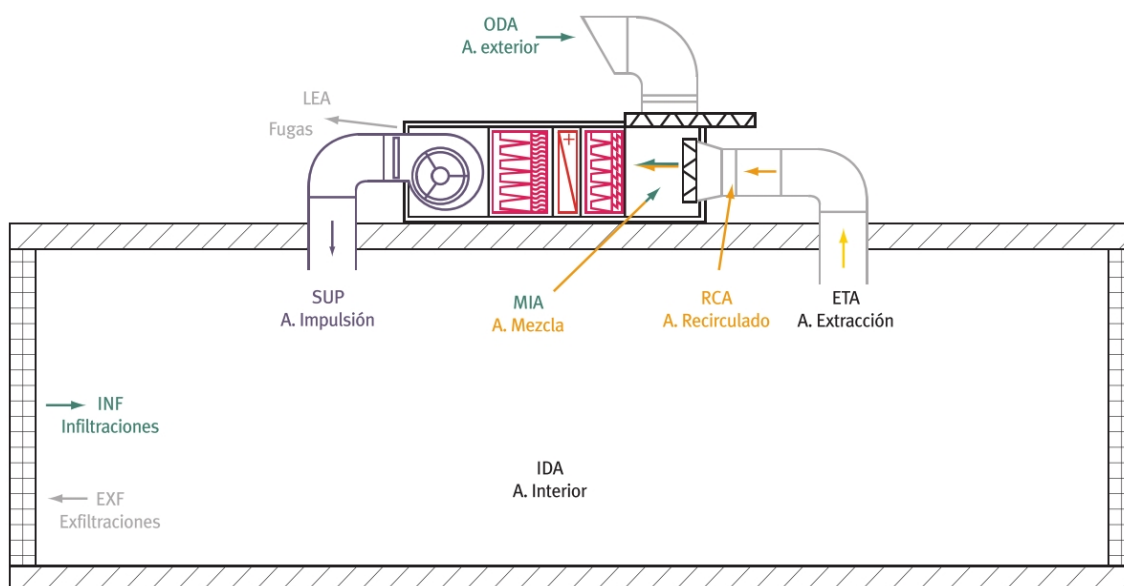


Fig. 5.7 Compacto condensado por aire en cubierta sin expulsión de aire al exterior

Fuente: (IDAE, 2012, p. 18)

➤ **Compacto condensado por agua:**

Dicho sistema se caracteriza por incorporar todos los elementos del ciclo frigorífico en sí mismas y por realizar la condensación por agua; de tal modo que no necesita que la ubicación del equipo de generación tenga que encontrarse en contacto con el exterior; pudiéndose situar en el interior de la vivienda. Además, estos equipos pueden funcionar por descarga directa o por conductos, refiriéndose a como expulsar el aire refrigerante al ambiente interior.

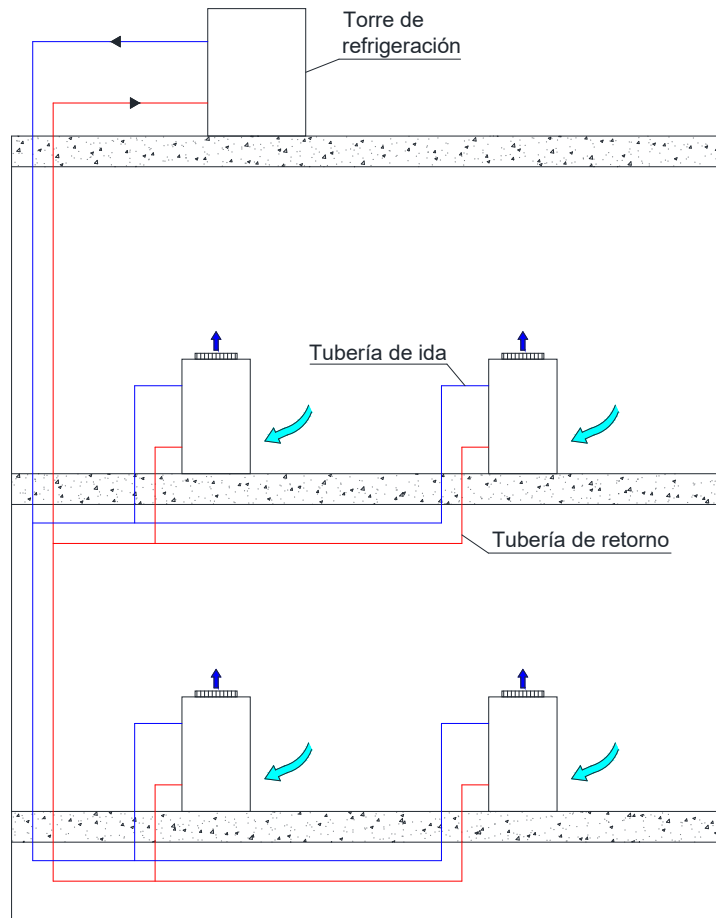


Fig. 5.8 Compacto condensado por agua en descarga directa

Fuente: Elaboración propia

➤ Las torres de enfriamiento o refrigeración:

El elemento de estos equipos (la torre de enfriamiento) es el elemento característico de los equipos de refrigeración por condensadores de agua. La torre forma un circuito cerrado entre el condensador y la torre, que se ubica generalmente en las cubiertas. Pueden tener dos variantes: la torre abierta y la torre cerrada.

La torre abierta se caracteriza por enfriar el aire utilizando baterías de agua fría que se producen mediante la cesión de calor del ambiente al fluido caloportador. En los grandes edificios del sector terciario son muy representativos, basándose desde una torre de refrigeración hasta la refrigeración por suelo radiante, este último correspondiente a al sector residencial.

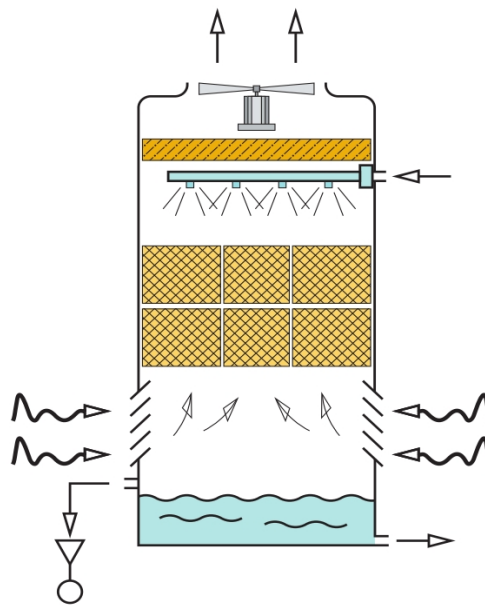


Fig. 5.9 Sistema de climatización tipo no autónomo de torre abierta de tiro incluido

Fuente: (IDAE, 2007, p. 64)

La torre cerrada se caracteriza únicamente de poder extraer calor de los locales mediante el enfriamiento evaporativo del aire de impulsión. Pueden funcionar a la inversa, al igual que los sistemas autónomos, pero en este caso hay que especificar una fuente de calor para que dicho proceso se produzca.

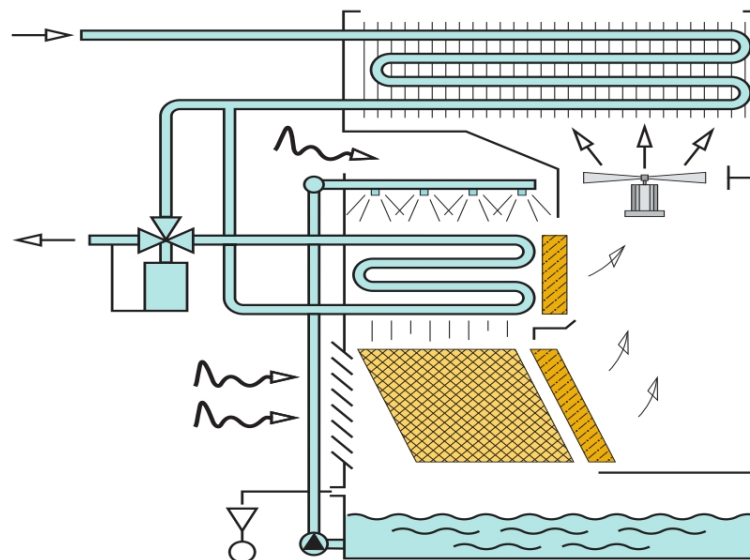


Fig. 5.10 Sistema de climatización tipo de torre híbrida de circuito cerrado

Fuente: (IDAE, 2007, p. 66)

➤ **Equipos partidos condensados por aire o por agua:**

Este equipo se puede considerar un equipo de descarga indirecta que se realiza mediante una red de conductos y emisión de aire a través de difusores en el techo o de rejillas en las paredes de la estancia. Se caracteriza por ubicar la unidad de compresión y condensador en el exterior mientras que la unidad evaporadora en el interior, ambas unidades conectadas por conductos. No tiene la opción de unificar las estancias.

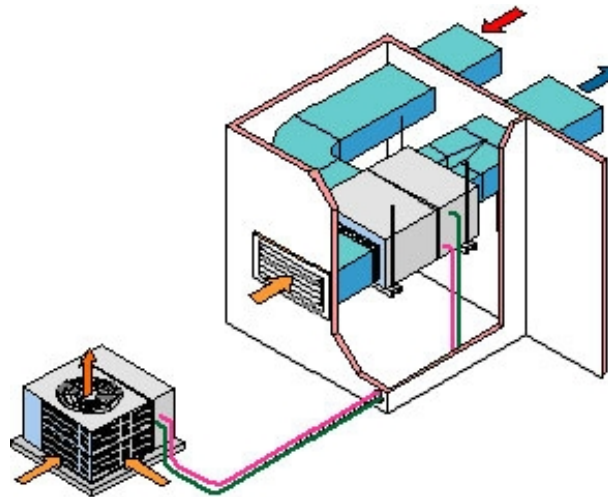


Fig. 5.11 Equipo partido individual condensado por aire

Fuente: (Aire Clima, 2005), consultado el 10/06/2017.

➤ **Equipos partidos todo aire con zonificación (volumen de aire variable):**

Dicho equipo se caracteriza por poseer un termostato en cada salida del conducto de climatización; abriendo o cerrando tanto la rejilla de refrigeración como la de calefacción; obteniendo la temperatura que se haya marcado al termostato.

Al cerrarse las rejillas de una zona, la sobrepresión producida se desvía al retorno a través de una compuerta contrapesada, sin que afecte este exceso de caudal al resto de zonas. Este sistema permite un considerable ahorro de energía, al mantener sin funcionar las zonas no ocupadas, por ejemplo dormitorios del resto de zonas diurnas.

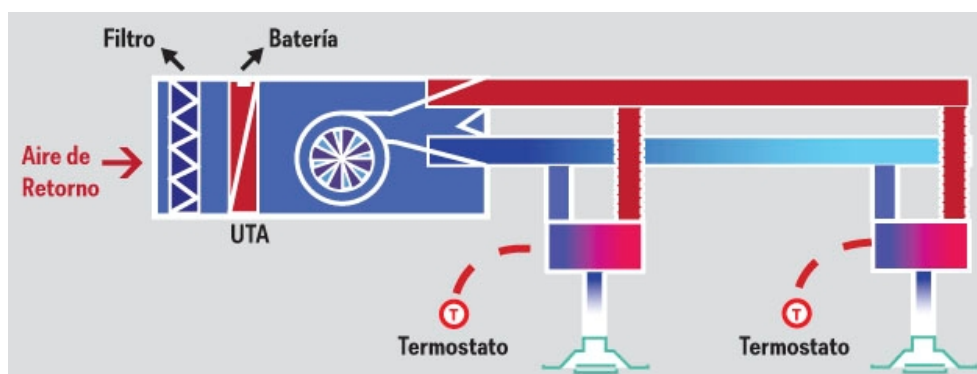


Fig. 5.12 Equipo partido todo aire con zonificación

Fuente: (Cero Grados Celsius, 2015), consultado el 10/06/2017.

➤ Equipos partidos, sistemas split y multisplit:

Se caracteriza por intercambiar calor entre dos focos de aire, siendo a su tipología los equipos domésticos asociados al sector residencial tipo split o multisplit; y a los compactos correspondientes al pequeño sector terciario, donde el equipo se instala en la cubierta por poseer unas mayores dimensiones.

La gran ventaja del sistema multisplit es que zonifican una habitación independientemente del resto, pudiéndose poner en funcionamiento, no todo el equipo a la vez sino solo la habitación que se desee refrigerar o calentar. Los sistemas split son equipos con descarga directa al local a climatizar, ubicándose la unidad climatizadora en posición vertical u horizontal en el interior de la vivienda mientras que la unidad condensadora se ubica en el exterior, al aire libre.

Los equipos multisplit son equipos domésticos que generalmente constan de una unidad condensadora y dos o más unidades evaporadoras. Las unidades evaporadoras pueden ser tipo mural o tipo consola.



Fig. 5.13 Sistema split

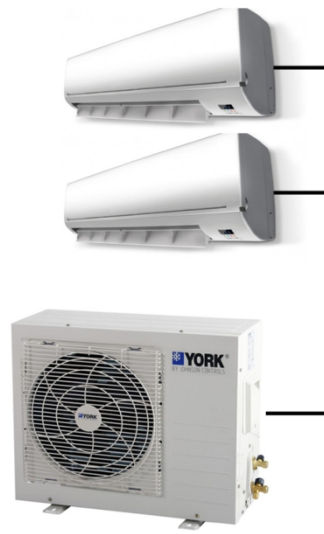


Fig. 5.14 Sistema multisplit

Fuente: Elaboración propia a partir de (Climas Toluca, s. f.; Rio Clima, 2015), ambas consultadas el 10/06/2017.

Además, las unidades evaporadoras podrán instalarse en el ambiente interior de la vivienda de tipo consola o de tipo mural; ya sea un sistema split o multisplit.

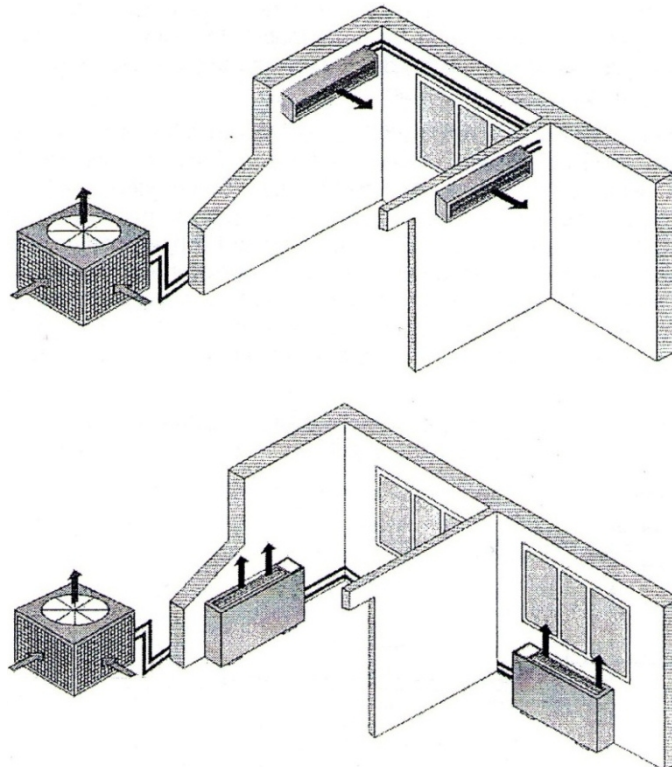


Fig. 5.15 Equipo con unidades múltiples de tipo mural y tipo consola

Fuente: (Candela Gómez & López Davó, 2014, p. 176)

Todos los sistemas mencionados anteriormente poseen una eficiencia que se mide mediante el coeficiente EER (*Energy Efficiency Ratio*) que expresa el cociente entre la potencia frigorífica del sistema y la potencia absorbida para su funcionamiento.

La eficiencia energética se establece a través de su etiquetado energético, del cual varia de la A (máxima eficiencia energética) hasta la G (mínima eficiencia energética); siendo el equipo autónomo en expansión directa (split y los multisplit) los que mayores exigencias poseen en sus valores.

Tabla 5.1 Calificación energética de equipos de refrigeración

	SPLIT & MULTI	COMPACTOS	PORTÁTILES
A	ERR > 3,20	EER > 3,00	EER > 2,60
B	3,20 ≥ EER > 3,00	3,00 ≥ EER > 2,80	2,60 ≥ EER > 2,40
C	3,00 ≥ EER > 2,80	2,80 ≥ EER > 2,60	2,40 ≥ EER > 2,20
D	2,80 ≥ EER > 2,60	2,60 ≥ EER > 2,40	2,20 ≥ EER > 2,00
E	2,60 ≥ EER > 2,40	2,40 ≥ EER > 2,20	2,00 ≥ EER > 1,80
F	2,40 ≥ EER > 2,20	2,20 ≥ EER > 2,00	1,80 ≥ EER > 1,60
G	2,20 ≥ EER	2,00 ≥ EER	1,60 ≥ EER

Fuente: Elaboración propia a partir de (Comisión Europea, 2002, p. L86/35, L86/36)

Cabe añadir y recordar que la refrigeración ha entrado en el sector residencial en las últimas décadas y, por tanto, los equipos de generación suelen aparecer como “añadidos” en la edificación; situándose en fachadas y/o cubiertas.

Volviendo al equipo más representativo en la actualidad (bombas de calor), el presente trabajo cree en la importancia de desglosar tanto su funcionamiento como sus diferentes clasificaciones.

La bomba de calor se asocia a los equipos de generación combinada de frío y calor, o reversibles. Dicha tecnología permite invertir el ciclo térmico entre dos espacios y tomar como calor útil el entregado al de mayor temperatura. En calefacción por ejemplo, la bomba de calor utilizara el espacio a acondicionar como foco caliente; mientras que tendrá un foco frío variable como el ambiente exterior, terrenos, masas de agua, etc. (Granados Menéndez, 2010, p. 175).

Es imposible que dicho proceso se produzca de forma espontanea si se hace referencia al Segundo Principio de la Termodinámica; por lo que es necesario aportar energía al sistema para que se produzca dicho proceso.

Dichos equipos poseen un alto valor de COP (*Coefficient Of Performance*, que es el coeficiente entre la potencia calorífica obtenida y la potencia necesaria para su funcionamiento), que habitualmente son superiores a 3. Dicho valor estimado significa que se obtiene 3 veces más energía de la que se suministra al equipo para su funcionamiento. No obstante, la energía que suele abastecer a los equipos proviene de la electricidad, electricidad la cual requiere de una gran cantidad de energía primaria para su producción.

El funcionamiento de la bomba de calor se basa principalmente en las siguientes fases de un proceso de expansión y contracción.

- Ciclo de compresión: Un compresor mueve y comprime el fluido refrigerante en fase gaseosa.
- Ciclo de condensación: El gas condensa, al pasar por un intercambiador de calor, a una temperatura superior a la del foco caliente, a modo que éste recibe el calor cedido en la condensación.
- Ciclo de expansión: El fluido se expansiona en una válvula.
- Ciclo de evaporación: El fluido se evapora a una temperatura inferior a la del foco frío, recibiendo de éste el calor necesario.
- Ciclo de aspiración: El gas es aspirado a la salida del evaporador y se reinicia el ciclo de compresión.

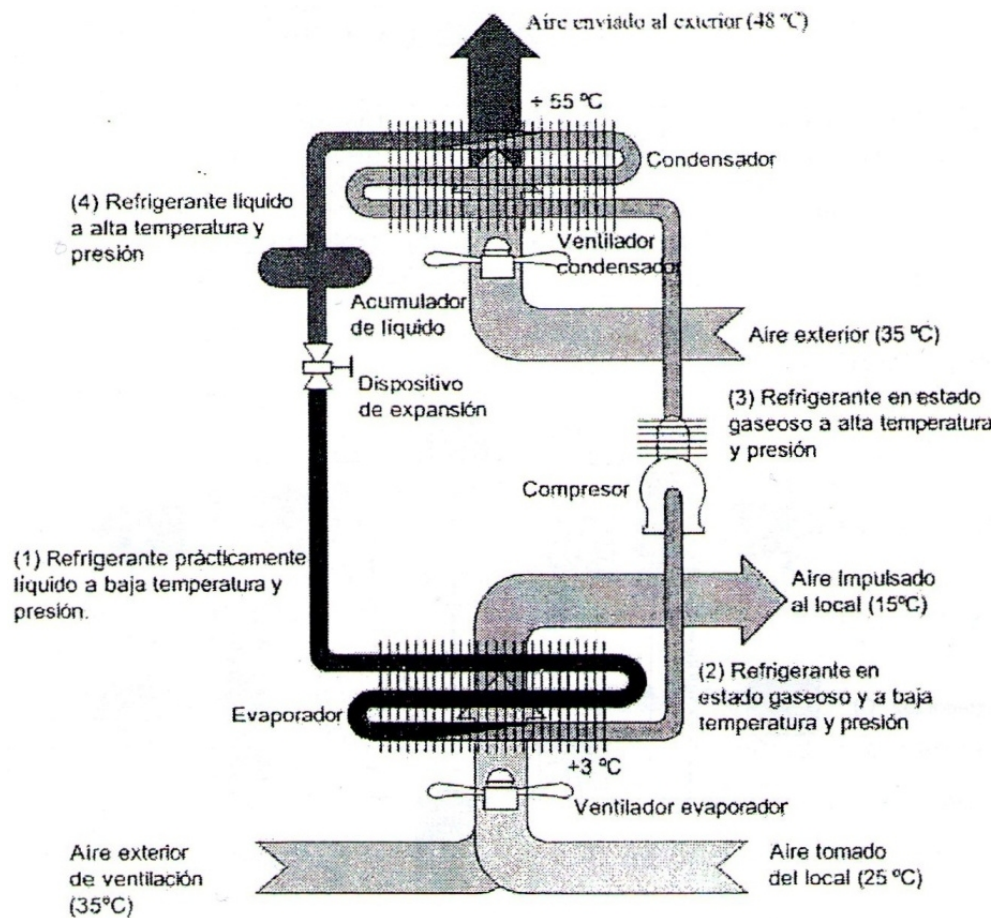


Fig. 5.16 Cuadro sinóptico del ciclo frigorífico

Fuente: (Candela Gómez & López Davó, 2014, p. 164)

Para la clasificación de las bombas de calor, estas se clasifican según el medio de origen y destino de la energía; de tal forma que se denominan mediante dos palabras. La primera corresponde al medio que absorbe calor (foco frío) y la segunda al medio receptor (foco caliente).

Para implementar dichos equipos en formas de estrategias en la edificación existente se tendrá que tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Espacio físico adecuado para instalar los equipos de generación.
- Espacio físico adecuado para instalar la red de distribución por el falso techo.
- Aporte económico inicial alto.
- Aislar la envolvente térmica interior de la estancia a refrigerar.
- Actuar en las posibles fugas existentes en el interior de la vivienda.

- Proteger la edificación de posibles deterioros en la sustitución e implantación de dichos sistemas, cuando se desee conservarla.

5.3.3 EQUIPOS SOLARES. FRIO SOLAR

Se le denomina frio solar a aquel sistema que consigue suministrar la demanda de refrigeración usando la energía solar como medio de combustible.

Su máxima eficiencia se consigue en el periodo estival, cuando el sol es predominante en la mayoría de las horas del día; por lo que la utilización de dicha radiación en su punto más álgido es lo que convierte al frio solar en un excelente sistema de aprovechamiento de energías renovables; añadiendo que en el periodo estival es cuando la demanda de refrigeración se encuentra en su máximo valor.

Se le denomina “frio solar” a este sistema porque se abastecen de la energía solar para general refrigeración.

Para obtener frio desde una fuente de calor, se utiliza la refrigeración por absorción, que en cualquier maquina de este tipo se basa en tres fenómenos físicos elementales:

- Cuando un fluido se evapora absorbe calor y cuando se condensa cede calor.
- La temperatura de ebullición de un líquido varía en función de la presión. Cuando baja la presión, baja la temperatura de ebullición.
- Existen parejas de productos químicos que poseen cierta afinidad a la hora de disolverse entre ellas.

El proceso básico de funcionamiento de dicha generación se basa en la unión de dos componentes (generalmente agua y amoníaco), cambios de estados físicos (de liquido a gaseoso con la ayuda de la energía calorífica captada por los acumuladores solares), junto con su posterior separación en forma de condensación (cuyo proceso libera frio en función de su presión) que finalmente vuelve a su estado original para comenzar de nuevo el ciclo (Fenercom, 2011a, p. 14).

En dicho proceso se aprovecha la energía refrigerativa que expulsa en el proceso de condensación para transmitirlo al equipo de refrigeración. Además, también se expulsa energía calorífica; pero esta es desestimada expulsándola al exterior a través de un disipador de calor.

A continuación se expone la siguiente figura referente al concepto de frío solar.

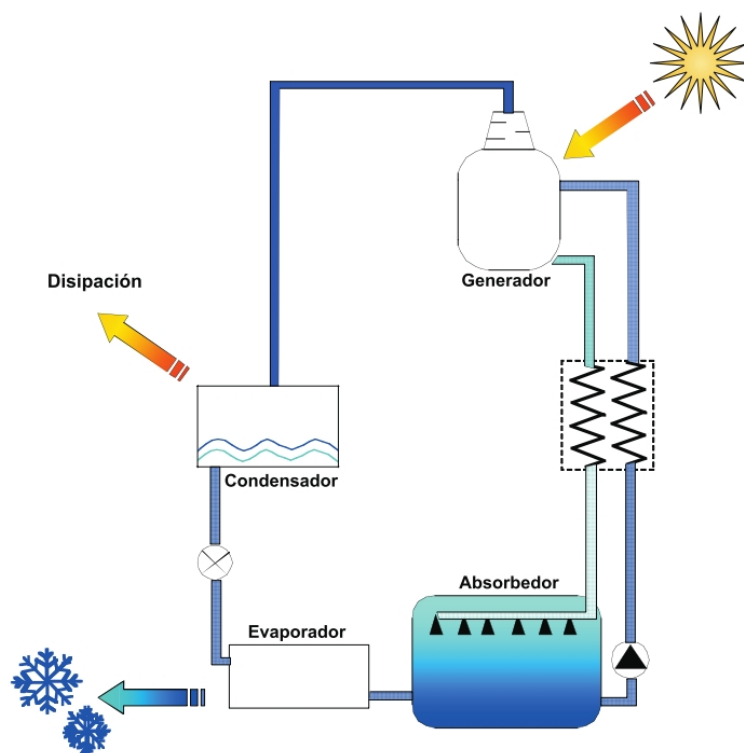


Fig. 5.17 Esquema tipo de frío solar por absorción

Fuente: (Fenercom, 2011a, p. 15)

Para dicho sistema de gran complejidad, tanto física como química, se han realizado numerosas publicaciones acerca de él en forma de revistas, artículos, estudios comparativos, etc.; utilizando fundamentalmente, para la redacción del presente trabajo, la guía publicada por Ferencom en 2011 *“Guía del Frío Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar”* (Fenercom, 2011a).

5.4 MEJORAR EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

5.4.1 ILUMINACIÓN NATURAL

Como se ha mencionado anteriormente, la captación de radiación solar ayuda a la vivienda a la obtención de calor, ya sea por su masa térmica en el caso de los cerramientos o por la incidencia de la radiación dentro de la estancia.

Además, posee una ventaja mas; que es la de iluminar elementos, y sus alrededores, donde es proyectada la luz solar. Es por ello que se necesitan estrategias de actuación para captar el calor de la radiación y obtener, al mismo tiempo, iluminación natural a través de la luz solar.

Cabe destacar que existe claramente una relación entre iluminación y eficiencia energética, suponiendo un ahorro energético a corto, medio y largo plazo. La utilización del sol como luz natural contribuye a la reducción de utilización por parte de los sistemas artificiales existentes; ahorrando energía eléctrica que a su vez ahorra de forma económica y reduce las emisiones de CO₂ en producción de dicha energía; sin contar la fabricación de bombillas artificiales con su parte proporcional de contaminación y coste energético. Así pues, para la captación de dicha luz natural, dependerá de diferentes parámetros como:

- Potencia teórica de iluminación exterior.
- Elementos del entorno (edificios adyacentes, arboles) y sus características formales, dimensionales y de color; que actúan modificando en algún caso al parámetro anterior.
- Orientación en la que se encuentre la fachada, que determinara si recibe radiación solar directa y durante cuánto tiempo la recibe en cada periodo del año.
- Tamaño de los huecos de las ventanas, así como el espesor de los muros; que determinaran en función del espesor de los elementos opacos, la cantidad de luz solar que entra a través de los huecos.
- Tipos de acristalamiento y elementos de control solar que pueden aumentar o reducir la potencia lumínica en función de sus propiedades.

- Forma y dimensiones del espacio a iluminar, que condicionara la penetración de la luz solar.
- Color de las superficies del espacio interior, ya que determinarían su absorptividad y reflectividad de la luz que índice a través de los huecos.

En las edificaciones tradicionales, la posición, dimensiones y forma de los huecos corresponden a las necesidades interiores de uso en función de la climatología y del nivel de iluminación exterior.

Así pues, en las regiones cálidas con un gran nivel de soleamiento, la estrategia para obtener luz natural es la reducción al mínimo de sus huecos consiguiendo minimizar el impacto solar debido a la radiación mientras se siguen manteniendo condiciones adecuadas de iluminación natural; y al mismo tiempo protegerse al máximo de la radiación solar.

Por el contrario, en las regiones frías con un escaso nivel de soleamiento o bajas temperaturas a lo largo del día; la estrategia para obtener luz natural es aumentar las dimensiones de los huecos al máximo para conseguir un nivel de iluminación interior adecuado, y al mismo tiempo aprovecharse de la radiación solar almacenándola posteriormente con la ayuda de cierre de huecos (o contraventanas interiores aisladas explicado anteriormente) tales como contraventanas pivotantes, de acordeón o correderas; para evitar las pérdidas caloríficas.

Los componentes y elementos de captación de la luz natural poseen la fragilidad de producir consecuencias muy diferentes en términos de iluminación o condiciones térmicas según las circunstancias. Por lo tanto hay que crear estrategias para la selección de los efectos más importantes.

Refiriéndose a estrategias para la aplicación en edificaciones existentes, se plantean dos de ellas a modo de no poder realizar ninguna otra, ya que la gran mayoría de ellas se tendrían que haber tenido en cuenta en su diseño y construcción; imposibilitando por tanto la apertura indiscriminada en forjados para la captación de luz natural. Es por tanto que se presentan dos estrategias capaces de instaurar luz natural a la edificación unifamiliar existente.

➤ Conducto solar

Es un espacio diseñado para reflejar haces solares a espacios interiores oscuros; puede también proporcionar ventilación. Las superficies son recubiertas con acabados muy reflectantes, tales como espejos, aluminio, superficies muy pulidas o pintura, a fin de reflejar la radiación solar.



Fig. 5.18 Conducto solar

Fuente: (Reformacoruña, 2015), consultado el 23/05/2017

De tal modo, que la luz reflejada por el sol; se introduciría al interior de la estancia dando como resultado la siguiente figura.



Fig. 5.19 Vista del conducto solar por el interior de la estancia

Fuente: (Reformacoruña, 2015), consultado el 23/05/2017

Su modo de ejecución en edificaciones existentes es muy simple, ya que con la realización de un pequeño paso a través de la cubierta y del forjado no mayor de 300mm de diámetro, se podrá introducir el tubo reflectante hasta la estancia interior. Además de no necesitar, a priori, un cálculo o estudio específico estructural; estéticamente parece una iluminaria artificial; siendo en verdad todo lo contrario.

➤ Muro cortina

Un muro cortina implica una superficie vertical translúcida o transparente continua sin función estructural, que separa el interior del exterior de un edificio. Generalmente consiste en un bastidor metálico que soporta dicha superficie transparente o translúcida.

Permite la penetración lateral de luz natural y la ganancia de luz solar directa e intercambios de vistas, pero no siempre la ventilación. Incrementa el nivel luminoso en zonas próximas al muro cortina.



Fig. 5.20 Muro cortina de la Biblioteca General de la Universidad de Alicante

Fuente: Elaboración propia, realizada el 26/05/2017

Para su ejecución en la edificación existente hay que considerar dos únicos condicionantes. Que la fachada donde vaya a ser proyectada no sea una fachada estructural (que no posea cargas) y que sea una vivienda unifamiliar o un bloque de viviendas donde se realice en todas las plantas. Este sistema, refiriéndose al modo de

ejecución, se podrá realizar en una única planta si se proyecta a un bloque de viviendas; pero estéticamente no es lo aconsejable; además de los problemas de impermeabilización que conlleva el tener una fachada distinta justo encima y a los lados de un muro cortina.

5.4.2 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Por lo general, las viviendas existentes poseen desde sus inicios sistemas de iluminación de alto consumo energético, como lámparas o bombillas incandescentes, bombillas de tungsteno, bombillas de bajo consumo, lámparas halógenas o dicróicas y lámparas fluorescentes.

Todas ellas se caracterizan por la utilización de un 90% aproximadamente de la energía que consumen transformándolas en energía calorífica en vez de energía iluminadora. Con la salida masiva al consumidor de luces LED (*"Light-Emitting Diode"* o diodos emisores de luz en español), junto con un gran rendimiento y bajo consumo eléctrico; dichas luces son las idóneas para la sustitución progresiva de las lámparas anteriormente mencionadas; destinando casi el 100% de la energía que consumen en energía iluminadora.

Además de su bajo consumo energético para proporcionar la misma cantidad de luminosidad a la estancia donde se encuentren instaladas, la potencia de alimentación es más baja que las tradicionales. Conviene pues, que una estrategia para mejorar la iluminación artificial; es la sustitución de lámparas tradicionales por lámparas con tecnología LED.



Fig. 5.21 Bombilla incandescente



Fig. 5.22 Bombilla LED

Fuente: Fig. 5.21 (Alibaba, 2017), Fig. 5.22 (Crusta Foro, 2014); ambos consultados el 24/05/2017

A continuación, se muestra un comparativo de las diferentes lámparas reflejando su potencia, rendimiento, vida útil y consumo económico.











Lámpara	Subtipo	Imagen	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Rendimiento (lm/W)	Vida útil (horas)	Consumo (€/1000 horas)
Incandescente	Estándar		40	425	10,63	1000	4,96 €
			60	710	11,83	1000	7,45 €
			75	1200	16,00	1000	9,31 €
Halógena	Estándar		28	370	13,21	2000	3,47 €
			53	845	15,94	2000	6,58 €
			70	1190	17,00	2000	8,69 €
	Lineal		48	750	15,63	2000	5,96 €
			120	2250	18,75	2000	14,89 €
Fluorescente compacta (bajo consumo)	Reactancia incorporada		11	600	54,55	10000	1,37 €
			15	900	60,00	10000	1,86 €
			20	1200	60,00	10000	2,48 €
	Alto rendimiento		18	1215	67,50	12000	2,23 €
			26	1800	69,23	12000	3,23 €
	Compacta sin reactancia		11	900	81,82	10000	1,37 €
Tubo fluorescente	T5		13	1150	88,46	24000	1,61 €
			20	1650	82,50	24000	2,48 €
			45	4200	93,33	24000	5,58 €
	T8		18	1350	75,00	20000	2,23 €
			36	3350	93,06	20000	4,47 €
			58	5200	89,66	20000	7,20 €
Led	Estándar		6,5	470	72,31	30000	0,81 €
			12	806	67,17	30000	1,49 €
			11	1200	109,09	40000	1,37 €
	Tubo		26	2500	96,15	40000	3,23 €
			32	3100	96,88	40000	3,97 €

Fig. 5.23 Comparativa de tipos de bombillas y lámparas.

Fuente: (Eficienciame, 2014), consultados el 11/06/2017

Otra estrategia que se puede tener en cuenta a la hora de mejorar el sistema de iluminación cuando se ejecute una rehabilitación energética, es distribuir de forma homogénea los puntos de luz para conseguir niveles de iluminación adecuados para las estancias interiores; además de ceñirse estrictamente a no sobrepasar los mínimos puntos de luz establecidos en el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), que actualmente es de obligado cumplimiento. El REBT regula, entre otras cosas; los puntos

mínimos de utilización (puntos de luz, interruptor, bases de enchufe, etc.) que deben tener las diferentes estancias habitables.

Dichos puntos de utilización pueden ser iguales o superiores a los establecidos en la norma, nunca deberán ser inferiores. Para ello y escogiendo un tipo de lámpara LED con una intensidad de luminosidad alta junto con la colocación de los mínimos puntos de luz en cada estancia; dicha estrategia conseguirá reducir el consumo energético. Además es aconsejable que dichas lámparas LED posean la etiqueta energética con la letra A, ya que es la letra con menor consumo energético.

Por último, instalar sensores que sean capaces de captar los niveles de iluminación interior existentes para encender o apagar automáticamente las luces; se puede considerar otra estrategia para la iluminación artificial.

Además, y junto con la anterior, también se puede considerar una estrategia la colocación de sensores de presencia en zonas de paso de la vivienda que posean bajos niveles de iluminación; de tal modo que con la presencia de movimiento dichas luces, gracias al sensor de movimiento, se enciendan o apaguen automáticamente. Así se evitara dejar luces encendidas durante largos periodos de tiempo cuando la estancia se encuentre sin usuarios.

A continuación se expone la figura correspondiente con los puntos de utilización mínimos establecidos en la norma, junto con sus restricciones; establecidos en la guía REBT-25, capítulo 4, tabla 2.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	---
	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16 A 2p + T	3 ⁽²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma calefacción	1	---
Terrazas y Vestidores	C ₁₀	Base 16 A 2p + T	1	secadora
	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

⁽¹⁾ En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización de la tabla 1.

⁽²⁾ Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina

Fig. 5.24 Puntos mínimos de utilización por estancia

Fuente: (España, 2012, p. 13)

5.5 MEJORAR LOS ELECTRODOMESTICOS

La unión europea propuso una iniciativa que contribuyera al ahorro energético debido a la importancia de dichos equipos por su consumo. Así pues, se creó el etiquetado energético. La primera normativa europea que entro en vigor referente a la indicación del consumo de energía y de otros aparatos domestico fue la Directiva 92/75/CEE, (Consejo de las Comunidades Europeas, 1992). Con el paso del tiempo se fueron realizando diversas normativas referentes al etiquetado de frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, hornos, fuentes de luz y por último los acondicionadores de aire de uso domestico; siendo la última normativa española la RD 142/2003, (España. Presidencia del Gobierno, 2003).

Además, *“los fabricantes o importadores de aparatos electrodomésticos deben comprobar que cumplan la Directiva 2010/30/UE y la legislación conexa”* (Europa, 2017). Dicha directiva habla de la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010a).

A continuación, se expone un grafico con los consumos energéticos de los electrodomésticos en España en el año 2010, según el IDAE.

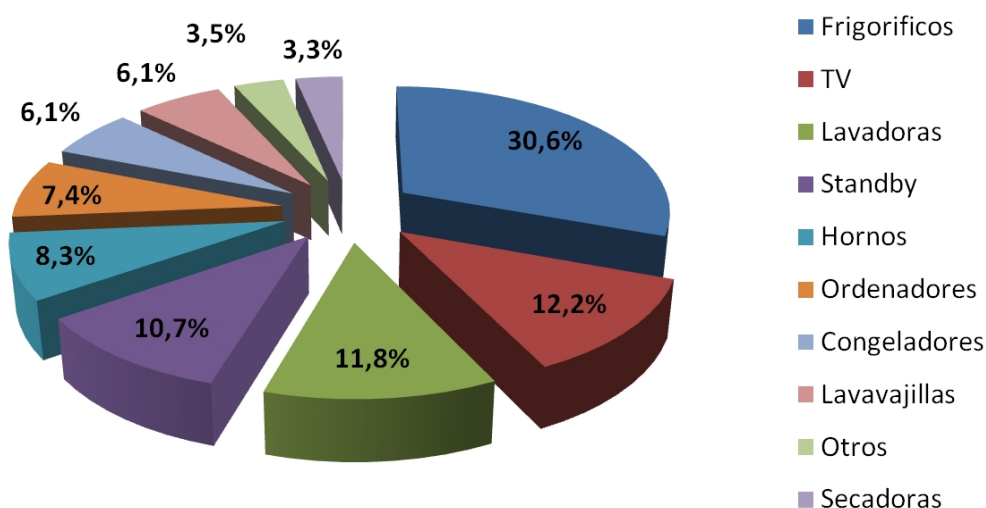


Fig. 5.25 Consumo de electrodomésticos según tipo de equipamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de (IDAE, 2010, p. 2)

El objetivo de dicho etiquetado es el de informar al consumidor final sobre la eficiencia y consumo de energía del electrodoméstico cuando este se encuentre en funcionamiento. Así pues, se pretendía que el consumidor considerara el consumo energético como una variable añadida a la hora de la compra del equipo.

Dicho etiquetado energético clasifica a los electrodomésticos por letras y colores que van desde la letra A hasta la letra G (o de verde a rojo); siendo los primeros los más eficientes y los últimos los menos. Además, se incorporan la letra A+ y A++; siendo este último superior a todos los demás.

Los tipos de electrodomésticos en los que es obligatorio el etiquetado energético en Europa son los siguientes: (según la página oficial de la Unión Europea (Europa, 2017), consultada el 11/06/2017).

- Acondicionadores de aire.
- Aparatos de cocina (de uso doméstico).
- Lavavajillas (de uso doméstico).
- Radiadores y calentadores.
- Bombillas (direccionales y LED).
- Bombillas (de uso doméstico).
- Bombillas (fluorescentes).
- Aparatos de calefacción local.
- Aparatos de refrigeración (de uso doméstico).
- Aparatos de refrigeración (de uso profesional).
- Calderas de combustible sólido.
- Televisores.
- Secadoras.
- Aspiradores.
- Unidades de ventilación (residenciales).
- Lavadoras (de uso doméstico).

Cabe destacar que los equipos con una alta eficiencia energética poseen, por el momento, un coste mayor que los equipos menos eficientes; basándose la estrategia del

presente apartado en comprometer una inversión de capital elevada al inicio de la adquisición y ahorrando energía y coste durante toda su vida útil.

A continuación, se muestra en la Fig. 5.26 una etiqueta energética con los distintos niveles de eficiencia según su consumo.

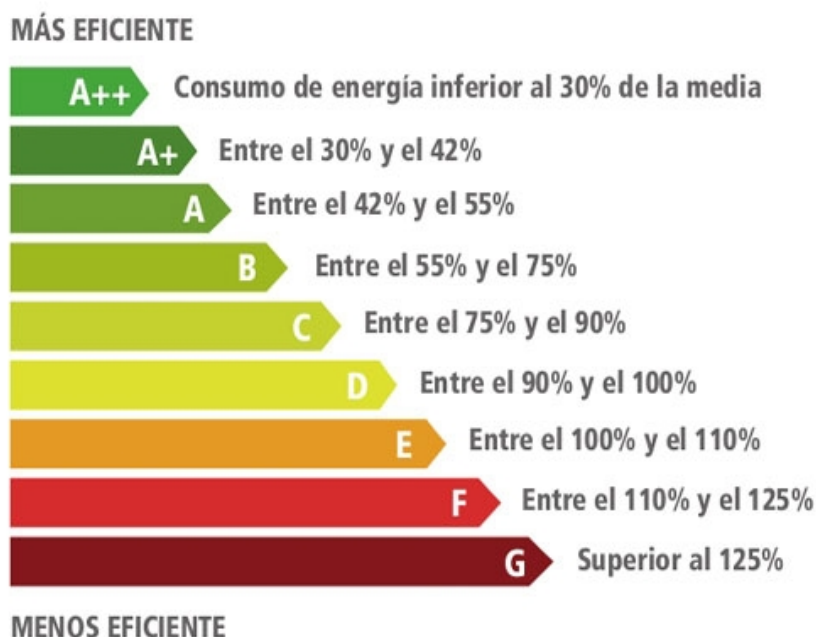


Fig. 5.26 Interpretación de la etiqueta energética tipo

Fuente: (EU Instalaciones, 2015), consultado el 27/05/2017

A continuación se describen estrategias a aplicar para reducir el consumo energético de distintos electrodomésticos según expone (Aranda Usón, Zabalza Bribián, Díaz de Garaio, & Llera Sastresa, 2010, pp. 179-181).

➤ **Estrategias de ahorro en frigoríficos:**

- Obtener un frigorífico clase A+ o A++; siendo el consumo del A+ de un 30 % de electricidad que consume un modelo convencional (clase D o E); y solo un 30 % si el modelo es A++.
- Elegir el frigorífico según las necesidades de los usuarios de la vivienda.
- Evitar introducir alimentos calientes directamente, hay que enfriarlos previamente a temperatura ambiente.

- Comprobar que la puerta este herméticamente cerrada. *“Se puede comprobar cerrando la puerta sobre un trozo de papel, y si el papel se puede extraer fácilmente significa que la junta debe ser reemplazada”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 179).
 - Abrir el mínimo de veces posibles las puertas, y mantener las puertas abiertas el menor tiempo posible.
 - Ubicar bien el frigorífico en la cocina, o lugar escogido; de tal forma que no se encuentre en lugares calientes y con poca ventilación.
 - Mantener unas temperaturas óptimas tanto del frigorífico como del congelador (las temperaturas recomendadas son de 5 °C y 18 °C respectivamente).
 - Descongelar con regularidad el congelador, de tal forma que no se acumule escarcha.
-
- **Estrategias de ahorro en lavadoras:**
 - Obtener un electrodoméstico clase A.
 - Utilizar la lavadora con la carga máxima de ropa que pueda permitir el electrodoméstico.
 - Utilizar el electrodoméstico con agua fría, o en su defecto, a la mínima temperatura posible.
 - Evitar utilizar la función de secado, ya que dicha función se puede realizar de forma natural sin implicar ningún coste energético.
 - Adquirir una lavadora bitérmica, que se basa en que el electrodoméstico está equipado con dos tomas de agua, una para ACS y otra para agua fría, de tal como que se evita calentar el agua en la lavadora.
-
- **Estrategias de ahorro en lavavajillas:**
 - Obtener un electrodoméstico clase A.
 - Utilizar el lavavajillas con la carga máxima de vajilla que pueda permitir el electrodoméstico.

- Elegir la mínima temperatura del agua que pueda trabajar el electrodoméstico.
- Intentar evitar utilizar el programa de secado; ya que dicha función se puede realizar de forma natural abriendo la puerta cuando finalice.

- **Estrategias de ahorro en hornos:**
 - Evitar abrir la puerta para conocer el estado de los alimentos. Cada vez que se abre la puerta, disminuye la temperatura entre 25 y 50 °C (Aranda Usón et al., 2010, p. 180).
 - Tratar de utilizar el horno en su plena carga de admisión, o en su defecto utilizar el microondas que puede llegar a ahorrar entre un 60 y 70 % de energía comparado con un horno convencional.
 - Apagar el horno para aprovechar el calor residual que posee el electrodoméstico para terminar de preparar la comida.

- **Estrategias de ahorro en equipos electrónicos:**

El consumo de energía de equipos electrónicos como ordenadores, televisiones, reproductores de música, etc.; a menudo pasa desapercibido. Se estima que entre el 10 y 15 % de toda la electricidad consumida en los hogares españoles se puede atribuir a la gestión de dichos equipos electrónicos (Aranda Usón et al., 2010, p. 181).

Esto es debido a que la mayoría de dichos equipos incorporan el modo “*stand-by*”, en el cual se produce una desconexión virtual que se cambia con el mando a distancia. Dicha desconexión no termina de apagar el equipo, solo lo “suspende” temporalmente; consumiendo energía. Es por ello que la estrategia para los equipos electrónicos es apagar por completo dichos equipos si no se van a utilizar.

5.6 INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Actualmente, se están incorporando fuentes de energías renovables como la energía solar o la energía eólica (explicado en el punto 5.9.1, página 163 del presente trabajo); que permiten reducir los niveles contaminantes asociados a la producción de energía.

Las posibilidades de implantación de dichos sistemas dependerán del impacto que dichas fuentes de abastecimiento puedan llegar a generar sobre el entorno donde se ubiquen, de las posibilidades de aprovechamiento de las mismas y de las posibilidades de incorporación de dichos sistemas en la edificación existente.

En el caso de la energía solar, su aprovechamiento permitirá la obtención de energía eléctrica y térmica. Para ello, dichos sistemas requieren que esté garantizado el acceso de radiación solar; y así obtener una eficiencia y rendimientos óptimos para las placas fotovoltaicas de generación de electricidad y/o para los colectores de generación de ACS o calefacción.

Estructuralmente hablando, ambos casos necesitan unos requisitos mínimos de resistencia estructural; ya que dichos equipos poseen un determinado peso y no todas las estructuras existentes se diseñaron para ello.

En obra nueva no existe dicho requisito, ya que el CTE en sus Documentos Básicos DB HE 4 y DB HE 5; obliga a las nuevas edificaciones a poseer una “*contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*” y una “*contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica*” cuando se superen 5000m² de superficie construida en un edificio (España. Ministerio de Fomento, 2013, pp. 57, 71); por lo que el cálculo estructural deberá estar realizado teniendo en cuenta dichas cargas.

En edificaciones existentes, y según el CTE DB HE 4 y DB HE 5; obliga cuando “*se reformen íntegramente, con cambios de uso, cuando exista una demanda de ACS superior a 50 litros/día, ampliaciones o intervenciones con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 litros/día o cuando se superen los 5.000 m² de superficie construida*” (España. Ministerio de Fomento, 2013, pp. 57, 71); por lo que el cálculo estructural no habrá tenido en cuenta dichas cargas y se tendrá que analizar.

Además, la configuración de los elementos de cerramiento debe ser acorde con el aprovechamiento de estos sistemas, siendo la orientación e inclinación de dichos sistemas un condicionante por los recorridos solares; tanto en la estación invernal, estival y cambios entre sí.

Junto con las anteriormente citadas condiciones para lograr que dichas estrategias obtengan una eficiencia optima; también habrá que añadir a las condiciones la accesibilidad del lugar de colocación de dichos sistemas; ya que requieren de un constante mantenimiento y se necesitara la facilidad de acceso para la realización de dicho mantenimiento; el cual se basa principalmente en la limpieza de dichas placas solares y así obtener la máxima radiación solar.

Por último, tanto las normativas como las ordenanzas autonómicas y municipales pueden limitar la intervención en la envolvente de la edificación existente, además de determinar diferentes grados de protección de su aspecto; produciendo así un impedimento a la hora de incorporar sistemas de abastecimiento energético por radiación solar.

Como curiosidad, *“esta situación resulta especialmente problemática dentro del casco histórico de las ciudades, donde el parque edificatorio habitualmente requiere de una rehabilitación energética para adecuarlo a condiciones de confort”* (Granados Menéndez, 2010, p. 160).

El presente trabajo expone, a continuación, dos estrategias de obtener energía, tanto eléctrica como calorífica; para así reducir el consumo de la vivienda o edificio.

5.6.1 ACUMULADORES DE ACS POR PLACAS SOLARES

Es el sistema más utilizado y/o característico por el cual se obtiene energía térmica mediante la radiación solar.

Dicho sistema se basa en captar el calor de la radiación solar mediante un fluido caloportador, que se encuentra inicialmente en la placa solar. Una vez calentado por está, se transporta hasta un depósito acumulador donde transfiere su energía calorífica al agua que se usara posteriormente para el ACS o calefacción (por radiadores o suelo radiante).

Una vez transmitida su energía térmica, es trasladado de vuelta a la placa solar donde se reiniciara el ciclo de captación solar. A este circuito cerrado se le denomina circuito primario o de captadores.

El agua acumulada en el depósito, junto con la energía calorífica que le ha transmitido el fluido caloportador; es llevada a la red de distribución de la vivienda para su posterior uso. A dicho circuito se le denomina circuito secundario.

Existen dos formas de intercambiar el calor en dicho sistema, basándose el primero en intercambiar dicho calor dentro del depósito acumulador; y siendo el segundo intercambiando el calor externo del depósito acumulador de calor.

Cabe recordar que dicho intercambiador se basa en los mismos principios básicos que el intercambiador de calor propuesto para la estrategia de disminuir la demanda energética en el apartado de la ventilación.

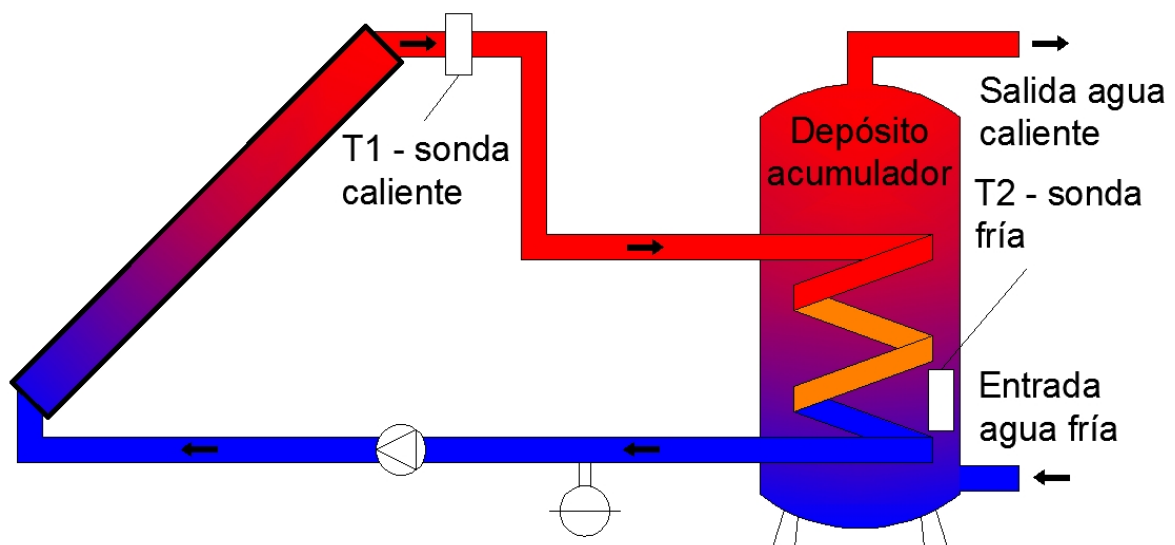


Fig. 5.27 Intercambiador interno al depósito

Fuente: Elaboración propia

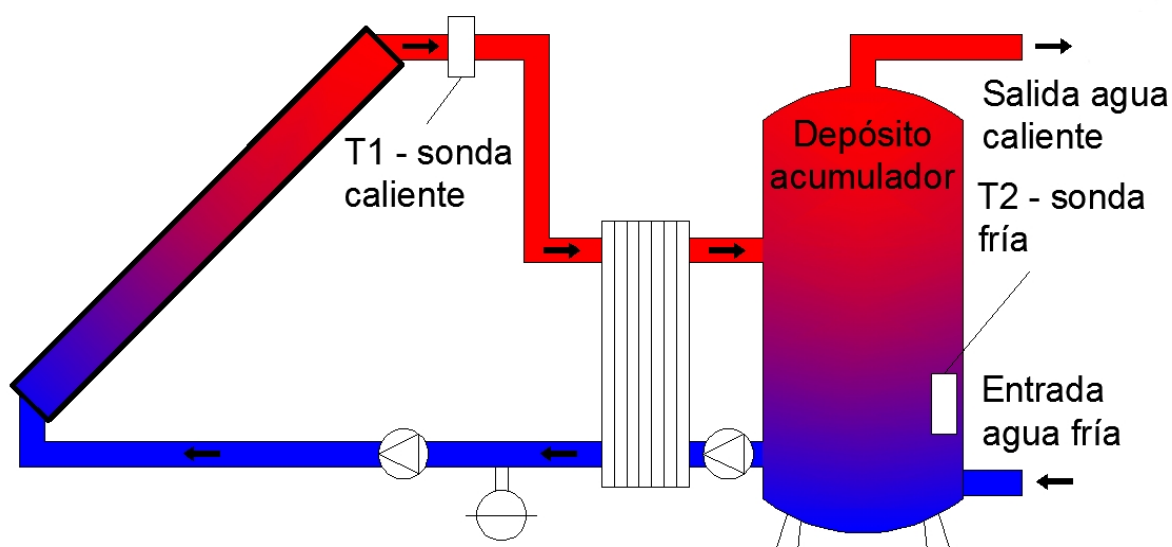


Fig. 5.28 Intercambiador externo al depósito

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que dicha estrategia está planteada para dar prioridad al aprovechamiento de la energía solar frente al consumo de otras fuentes de obtención energéticas; siendo la generación de ACS por medio de placas solares un equipo principal.

Por otro lado, cuando el sistema primario no sea capaz de cubrir la totalidad de la demanda; este tendrá que ser apoyado por un sistema secundario como generación de ACS o calefacción por calderas de gas, eléctricas o de biomasa, por ejemplo. Dicha situación puede ser dada en días donde la captación de radiación solar sea menor o nula comparada con un día de sol, siendo los días nublados o lluviosos los más predominantes; aunque con un clima nublado exista radiación difusa.

Además, el CTE, prohíbe que dicho apoyo (sistema secundario), se instale dentro del depósito acumulador; por lo que se tendrá que instalar en el tramo de “ida” del circuito secundario; antes de que llegue al punto de consumo final. El CTE expone lo siguiente en su Documento Básico DB HE 4, en su punto 2.2.5, apartado 3 “No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio” (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 61).

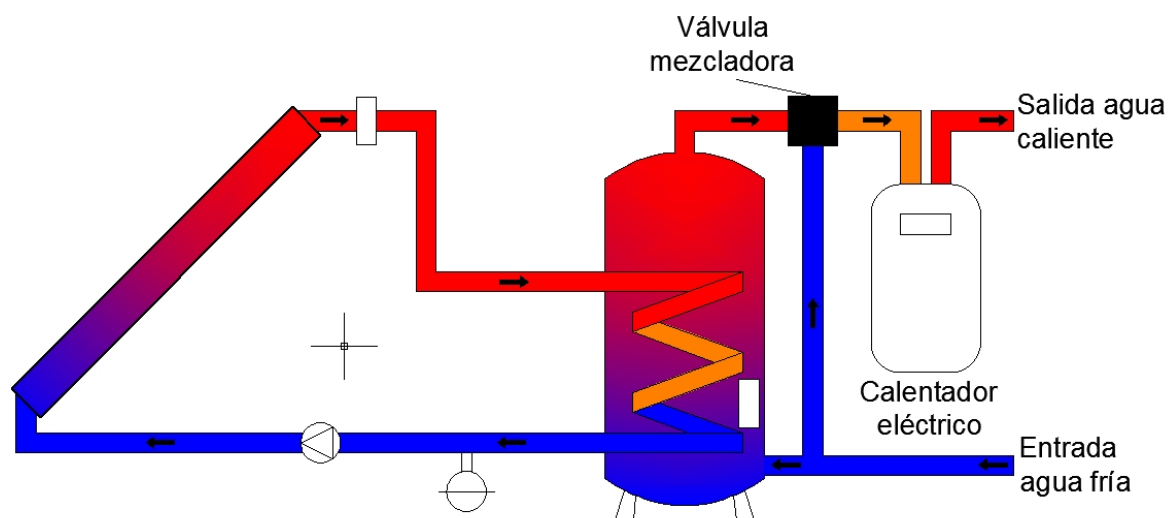


Fig. 5.29 Apoyo con sistema secundario mediante calentador eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Para implementar la presente estrategia en una edificación existente, se tendrán que considerar los condicionantes siguientes:

- Suficiente resistencia estructural en la cubierta para soportar las cargas gravitatorias que conlleva el equipo de acumulación solar para ACS.
- Dimensionar correctamente el circuito para las necesidades del edificio o vivienda; siendo la orientación, ubicación, número de ocupantes, horas punta de utilización y eliminación de obstáculos para la captación solar unos requisitos básicos.
- Obtener o crear espacio suficiente para su red de distribución además de aislar térmicamente sus conductos.

5.6.2 PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Dicha estrategia se basa en obtener energía eléctrica procedente del sol gracias a placas solares fotovoltaicas. Dicho sistema se está integrando cada vez más en edificaciones existentes y gracias al CTE DB HE 5 en edificaciones de nueva construcción.

Dicho sistema posee un “efecto fotovoltaico”; y se produce cuando la radiación solar incide sobre un semiconductor situado en la placa fotovoltaica. Dicha energía recibida procedente del sol inicia un movimiento de electrones en el interior del material.

Por regla general, cuando se unen dos superficies de un semiconductor con concentraciones diferentes de electrones, se genera *“un campo electrostático constante que reconducirá el movimiento de electrones en la dirección y sentido que se desee. De esta forma, cuando sobre la célula solar fotovoltaica incide la radiación solar, aparece en ella una tensión análoga a la que se produce entre las bornas de una pila”* (IDAE, 2002).

Así pues, y mediante la colocación de unos contactos eléctricos de materiales metálicos en cada una de las caras de dicho semiconductor; es posible extraer energía eléctrica. *“Una célula individual normal, con un área de unos 75 cm² y suficientemente iluminada es capaz de producir una diferencia de potencial de 0,4 V y una potencia de 1W”* (IDAE, 2002). Dicho sistema se compone de los siguientes elementos:

- **Panel fotovoltaico:** Esta elaborado por varias células de silicio iguales que se conectan eléctricamente entre sí formando un circuito en serie y paralelo. Así, la tensión y la corriente suministrada por el panel fotovoltaico se incrementa hasta un valor que desea el propietario.
- **Inversor:** Es un elemento el cual transforma la corriente continua que genera el panel o paneles a corriente alterna para distribuirla a la red o a la vivienda; ya que la entrada a ambos elementos es en forma alterna.
- **La estructura soporte:** Es el elemento que ofrece una sujeción óptima y segura al panel fotovoltaico; además de ofrecer la posibilidad de poder modificar su orientación y ángulo de inclinación para obtener un mejor aprovechamiento de la radiación solar.
- **Sistema eléctrico:** En dicho elemento se encuentran los elementos de protección del cableado, el contador y transformador.

Así pues, la energía continua generada en el panel fotovoltaico se dirige al inversor para transformarla en alterna (que es la energía que se transmite por la red eléctrica), no sin antes pasar por una protección. Una vez transformada en corriente alterna, pasa por

otra protección aumentando su tensión para dirigirse a un contador (principal) que mide la potencia que se entrega a la red nacional.

Por último, dicha electricidad es vendida a la red eléctrica nacional; donde en algunos casos puede ir una cantidad de la energía que se genera al consumo doméstico y la otra gran parte de la energía a la red.

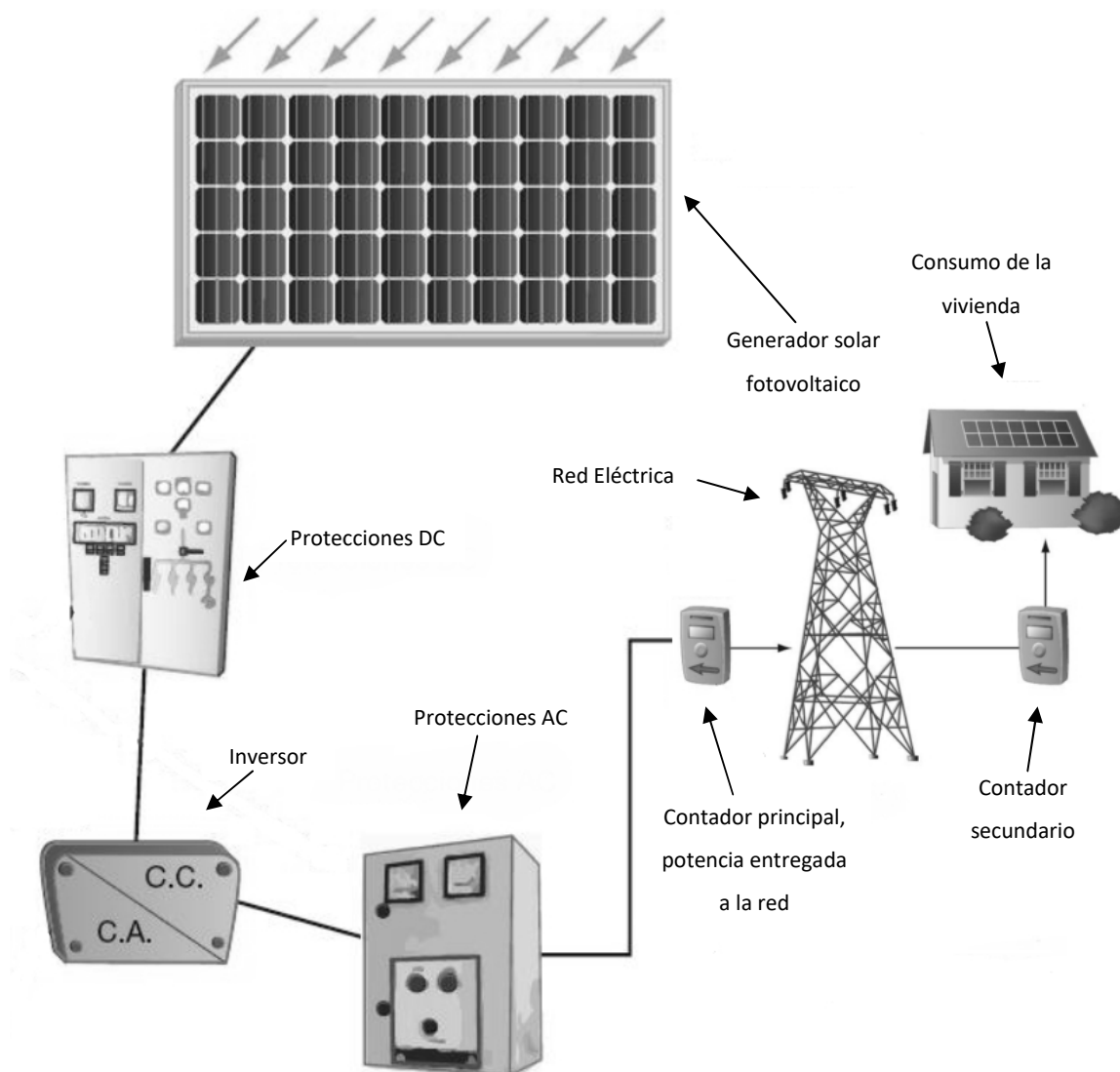


Fig. 5.30 Esquema de instalación tipo de placas solares fotovoltaicas

Fuente: Elaboración propia a partir de (The McGraw-Hill Companies, 2013, p. 5)

Su implantación en la edificación existente se basará en los mismos condicionantes para la acumulación de ACS mediante placas solares explicada anteriormente.

5.7 INSTALAR UN CONTROL DOMÓTICO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La definición de domótica corresponde al *“conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema”* (CEDOM, 2010).

La tecnología de aplicación y automatización referida a la gestión eficiente del uso de la energía, puede alcanzar grandes beneficios en la reducción del consumo energético.

La aplicación de la domótica en los edificios contribuye a realizar una mejor gestión energética de los recursos naturales, ya que actúa sobre los consumos de electricidad, gas y agua; reduciendo las facturas energéticas de la vivienda y, por tanto, las emisiones de CO₂.

Su introducción a las viviendas existentes garantiza el correcto uso de los sistemas de calefacción y de refrigeración según criterios de ahorro energético y confort que haya programado el usuario de la vivienda.

Además puede controlar la posición de las persianas y cortinas para alcanzar un mayor, o menor, aprovechamiento de la energía solar según los requisitos expuestos en los puntos anteriores. Por último, también es capaz de controlar la iluminación, tanto natural como artificial, según los diferentes criterios de nivel de utilización programados.

La domótica también ofrece la posibilidad de monitorizar los consumos energéticos y de agua, lo que permite la realización de una gestión personalizada del consumo por franjas horarias, diarias y mensuales.

En los edificios o viviendas en los que existan sistemas de generación eléctrica; ésta puede ser monitorizada y gestionada a través de dispositivos domóticos. De esta manera, *“el usuario podrá saber en todo momento la cantidad de electricidad inyectada en la red, obteniendo informes diarios y mensuales que le permitan llevar a cabo una gestión económica de los ingresos obtenidos por la venta de electricidad”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 182).

Por lo tanto, existen cuatro grandes grupos de beneficios según unas estrategias en los que se puede aumentar, tanto el ahorro como la eficiencia energética con la domótica; en los que se encuentran:

➤ **Estrategias de ahorro en iluminación:**

- Según la luz natural que se encuentre en la estancia junto con la presencia de personas, el dispositivo de domótica puede ajustarse a las necesidades de cada momento.
- Controla automáticamente los toldos, persianas y cortinas para aprovechar al máximo la luz natural.
- Puede controlar el encendido y apagado de las luminarias de la viviendas de forma automática; evitando dejar luces encendidas cuando la vivienda esta desocupada.
- Controla automáticamente la iluminación exterior, en caso de que la vivienda posea una zona con jardín o zonas verdes; dependiendo del nivel de iluminación natural que se encuentre en ese momento.
- *“El uso de domótica en iluminación produce ahorros energéticos de hasta un 26%”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 182).

➤ **Estrategias de ahorro en climatización:**

- Adapta la temperatura de la calefacción del interior de la vivienda en función de la temperatura exterior, la hora del día, la estancia a calentar y/o la presencia de personas en las estancias.
- Controla automáticamente los toldos, persianas y cortinas para aprovechar al máximo la radiación solar.
- Puede detectar las ventanas y puertas que se encuentren abierta y avisar mediante sonidos al usuario cuando el sistema de climatización este en funcionamiento; y así perder la mínima cantidad de energía calorífica.

➤ **Estrategias de ahorro en electrodomésticos:**

- Control de la puesta en marcha de los electrodomésticos cuando se encuentren con una carga total.
- Detección y gestión del “consumo invisible” de los electrodomésticos cuando se encuentren en “*stand-by*”, y proceder a su apagado.
- Pueden anular el encendido de algún electrodoméstico cuando detecte que se va a superar la potencia contratada; evitando así que “salte” el ICP (Interruptor de Control de Potencia” dejando a la vivienda sin electricidad de la red.

➤ **Estrategias de ahorro en agua:**

- Puede cortar el suministro de agua si se detecta desde la red una inundación o informaciones de comportamientos anómalos, como un consumo de agua excesivo comparado con la media por hora.
- Control automático del sistema de riego en jardines, mediante sensores de humedad que únicamente activan el sistema cuando es necesario.
- Instalar griferías inteligentes que permitan, a la domótica, gestionar el caudal y la temperatura del agua. “*Un grifo inteligente genera un ahorro de hasta un 25% de agua respecto a un grifo monomando*” (Aranda Usón et al., 2010, p. 183).

5.8 RECOMENDACIONES EN LOS HÁBITOS DE LOS USUARIOS

No hay que olvidar que mediante sencillos hábitos de uso se pueden lograr ahorros significativos a coste cero. Algunos de estos hábitos para un uso correcto de sistemas, tanto de calefacción, ACS, como de refrigeración; se exponen a continuación; basándose en la guía *“Cambiando los hábitos de consumo energético”* publicada por IDAE en 2009; además de contar con algunos comentarios de Aranda Usón.

➤ Hábitos de uso en calefacción:

- Establecer una temperatura media en la vivienda para el ciclo invernal, ni muy alta ni baja, que se encuentre alrededor de los 20 °C. (Fenercom, 2015, p. 6). *“Una temperatura mayor despilfarra energía y no supone un ambiente más agradable. Por cada grado que haya por encima de 20 °C, se consume de forma innecesaria un 5-7% más de energía”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 119).
- Evitar abrir ventanas y puertas frecuentemente y así mantener la energía calorífica en el interior de la vivienda. En el caso contrario, es recomendable utilizar un vestíbulo para reducir la infiltración de aire.
- Realizar revisiones periódicas de los equipos de calefacción y del estado de los quemadores en particular. Con un adecuado mantenimiento *“se puede ahorrar hasta un 5% de combustible y reducir las emisiones contaminantes”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 119).
- Instalar cortinas en ventanas para disminuir la pérdida de energía calorífica.
- Se deben mantener las superficies de los radiadores limpias, sin cubrir ni situar muebles u obstáculos que dificulten la transmisión del calor hacia la estancia.
- Mantener cerrados los radiadores, si existen, de aquellas habitaciones que no estén ocupadas.

➤ **Hábitos de uso en ACS:**

- Si existe un circuito de distribución de calefacción con radiadores; periódicamente se tendrá que purgar dichos radiadores para expulsar el aire que haya podido entrar en él; y así aumentar la transmitancia de calor.
- En el sistema de acumulación ACS, no sobrepasar los 60 °C (Aranda Usón et al., 2010, p. 123), ya que supone un gasto de energía innecesario al tener que mezclarse con agua fría para reducir la temperatura para su posterior consumo; además de producir corrosión en las tuberías y favorecer la formación de cal.

➤ **Hábitos de uso en refrigeración:**

- Encender el equipo de refrigeración con las puertas y ventanas cerradas, para evitar la pérdida de energía calorífica hacia el exterior.
- Establecer una temperatura media de confort en la vivienda para el ciclo estival, que se encuentre alrededor de los 25 °C e instalar dispositivos de control (termostatos) para regular el sistema de aire acondicionado. *“Por cada grado por debajo de la temperatura de confort se está desperdiciando el 8% más de energía”* (Aranda Usón et al., 2010, p. 134).
- Apagar el sistema de refrigeración antes de que la estancia se encuentre sin ocupantes, y así poder aprovechar la “energía residual”.

Para mejorar los hábitos y contribuir a un mejor uso de la energía reduciendo así tanto la demanda como el consumo energético; se han realizado numerosas publicaciones acerca de él; utilizando fundamentalmente, para la redacción del presente apartado, la guía publicada por IDAE en 2009 *“Cambiano los hábitos de consumo energético”* (IDAE, 2009).

5.9 ENERGÍA EÓLICA COMO ENERGÍA PRIMARIA

El presente apartado se centra en el aprovechamiento de fuentes de energía renovables produciendo energía final o energía calorífica; esta última siendo posible su ejecución tanto en edificación de obra nueva o de obra existente.

5.9.1 ENERGÍA EÓLICA

El presente apartado corresponde a otros equipos que reducen el consumo energético pero no son adecuados para la edificación existente; aunque gracias a ellos se reducen las demandas y se aumenta la generación de energías renovables a nivel global.

La energía eólica es aquella la cual se crea a través del viento, y su uso está restringido en edificación al autoabastecimiento energético de edificaciones situadas fuera del ámbito urbano; aunque puede llegar el caso de que en algún momento la energía final que se consume provenga de una energía eólica primaria.

Dicha restricción es debido al impacto ambiental que genera, la eólica, en su entorno y a la necesidad de eliminar los obstáculos eólicos para su correcto funcionamiento; ya que estos se sitúan en grandes cordilleras alejadas de los núcleos urbanos y rurales para aprovechar el máximo viento existente.



Fig. 5.31 Aerogeneradores formando un parque eólico tipo

Fuente: (Energías Renovadas, 2011), consultado el 30/05/2017

Para implantar la energía eólica en la edificación existente, existe un concepto llamado energía mini eólica, que al igual que los aerogeneradores; corresponde a la obtención de energía eléctrica a través del viento; pero en este caso a una menor escala. Se trata de utilizar aerogeneradores de potencia inferior a los 100 kW, otorgando las siguientes ventajas cuando se implantan en edificaciones existentes, en concreto en edificaciones asiladas.

- Permite el suministro eléctrico a la vivienda en cualquier lugar, sin condicionar la distancia que se encuentre de la red eléctrica nacional.
- Cuando genera la energía primaria, al tratarse de autoconsumo, pasa a ser energía útil; al no tener pérdidas de transporte ni distribución.
- Puede combinarse con la tecnología de energía solar fotovoltaica en instalaciones híbridas.



Fig. 5.32 Aerogenerador y torre de sustentación en una instalación híbrida

Fuente: (Click Renovables, 2014), consultado el 11/06/2017

Su implantación en la edificación existente consistirá en instalar dicho aerogenerador en la parcela de la vivienda y conectar eléctricamente a la entrada de la vivienda. No necesita transformador, ya que la energía que genera es continua.

6 ANÁLISIS HISTÓRICO Y CONSTRUCTIVO DE LA ZONA

6.1 CONTEXTO HISTÓRICO Y EVOLUCIÓN URBANA DEL ALTET

El presente trabajo se desarrolla en la pedanía perteneciente al municipio de Elche, en Alicante. El Altet, con una superficie de 19 km², se encuentra a 8 km al sur de Alicante y a 12 km al este de Elche. En sus proximidades geográficas se establece el aeropuerto de Alicante-Elche; antiguamente conocido como el Aeropuerto de L'Altet.

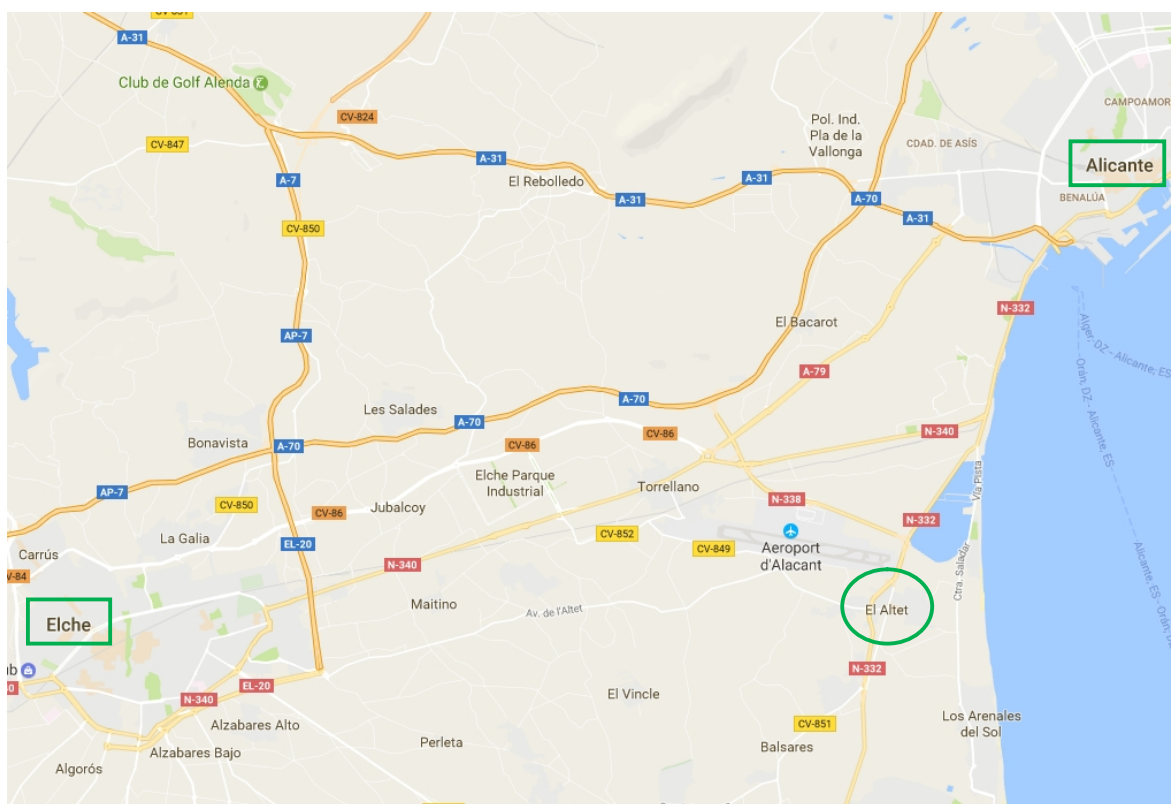


Fig. 6.1 Situación geográfica del Altet

Fuente: (Google, 2017), consultado el 22/02/2017

Inicialmente, y tras el asentamiento definitivo como ciudad la de Alicante y Torrevieja, se crearon rutas de conexión entre ambas ciudades. Alrededor de dichos recorridos nacieron grandes zonas y campos agrícolas para poder suministrar alimentos a dichas ciudades. A raíz de lo anterior y por la falta de suministros creados en las grandes

urbes necesitadas por la población rural, nacieron pequeños comercios; que a su vez suministraban alimentos a las ciudades consolidadas.

Así pues, y con el paso del tiempo, *“el Altet dejó de parecerse a aquel modesto caserío de labriegos que en 1927 vio nacer el aeródromo de la compañía Air France”* (G. Pomata, 1984, p. 121).

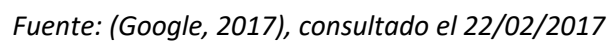
Por lo tanto, las zonas rurales se convirtieron en un punto de conexión comercial; y de ahí la existencia generalizada de los pueblos o municipios que actualmente se conocen.



Fig. 6.2 Cartel de acceso al Altet

Fuente: (G. Pomata, 1984, p. 123)

La vía que unía las ya establecidas urbes de Alicante y Torreveja es la antigua carretera N-332 a su paso por el centro del Altet; que actualmente es la N-332a. Junto a ella y perpendicularmente a su derecha, se estableció la Avda. Dama de Elche. Ambas carreteras circulatorias fueron las primeras vías principales que se crearon en el municipio a principios del siglo XX.



Observando la Fig. 6.4 correspondiente al vuelo fotogramétrico más antiguo, elaborado por Julio Ruiz de Alda entre los años 1929 y 1930, que a continuación se expone; se puede observar claramente ambas vías circulatorias. Junto a la intersección

creada, se agrupan unas pequeñas edificaciones muy concentradas entre sí; mientras que en los alrededores se establecen las pequeñas granjas y campos descritos anteriormente.

Cabe destacar que dicha fotogrametría es la más antigua que ha podido tener acceso el presente trabajo.



Fig. 6.4 Vuelo fotogramétrico 1929-1930 Ruiz de Alda (Cuenca del Segura)

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

En la siguiente fotogrametría, Fig. 6.5 realizada en los años 1945 – 1946 (concretamente fechada el 23/02/1946) y realizado por el “Army Map Service” de EEUU cedida por el Ministerio de Defensa (CECAF) junto con la colaboración del Ejército del Aire; se puede apreciar una pequeña pero importante evolución en la zona de ambas vías principales originaria de la construcción de escasas edificaciones nuevas, ya sean

residenciales, comerciales y/o terciarias. Además, se creó una nueva vía de intersección perpendicular a la N-332a en su parte izquierda y unos metros más abajo respecto a la Avda. Dama de Elche, que posiblemente sea la actual Calle Pescador o “Carrer Pescador”.



Fig. 6.5 Vuelo fotogramétrico 1945-1946 Americano Serie A

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

En la siguiente fotogrametría, Fig. 6.6 perteneciente a los años 1956 - 1957 (concretamente fechada el 03/06/1956) y realizado por el “Army Map Service” de EEUU cedida por el Ministerio de Defensa (CEGET); no se aprecia un claro signo de desarrollo urbanístico tan significativo en comparación con las figuras expuestas anteriormente. Únicamente se aprecia una pequeña evolución de edificaciones en la parte oeste (izquierda) de la actual N-332a.



Fig. 6.6 Vuelo fotogramétrico 1956-1957 Americano Serie B

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

No obstante, en 1962 se aprueba el primer Plan General de Ordenación Urbana (de aquí en adelante PGOU) de Elche; en el cual contemplaba de forma sistematizada y ordenadamente las previsiones de crecimiento en todo el municipio. Anteriormente a la fecha citada, *“la planificación se había venido dando parcialmente a través de sucesivos planos de ensanche, que iban originando un crecimiento fragmentario de la ciudad”* (Colomer Sendra, 2002). Dicha desfragmentación se puede corroborar en las figuras expuestas anteriormente en el presente apartado.

Además, *“el Plan pasa a definir su esquema, con un crecimiento lineal, al Este y al Oeste del casco actual, apoyado en los trazados de la autopista, la autovía y el*

ferrocarril". Referido a la ciudad de Elche como tal. *"Como describe Gaspar Jaén, partiendo del núcleo urbano definitivo del año 1962, la ciudad crecía hacia levante y poniente para respetar al máximo el campo"* (Colomer Sendra, 2002).

Según la interpretación expuesta por Colomer Sendra sobre la afirmación de Gaspar Jaén; el municipio del Altet también creció en sus primeros años de vida de la misma forma como lo hizo la capital del municipio; que actualmente se puede comprobar en las diversas vistas aéreas actualizadas. Dicho lo cual, gracias al primer PGOU; tanto la ciudad de Elche como sus municipios; podrían expandirse de una forma ordenada y planificada siguiendo la dirección predominante.

Con dicho fin y en 1964, el Altet se expandió hacia su orientación Este gracias al barrio del ensanche del Altet, situado en Ciudad Jardín y actualmente conocido como "La Cooperativa"; que diseñó el arquitecto Antonio Serrano Peral. Además, la tipología recogida en el PGOU para el ensanche es de vivienda adosada en planta baja. El ensanche se comunica con tres plazas circulares (esquina inferior y superior derecha y zona central izquierda) de las cuales la superficie que queda rodeada por estas se realiza en forma triangular; obteniendo tres triángulos separados únicamente por las vías de comunicación entre ambas plazas (Cámara Esclapez, 2001, p. 202).

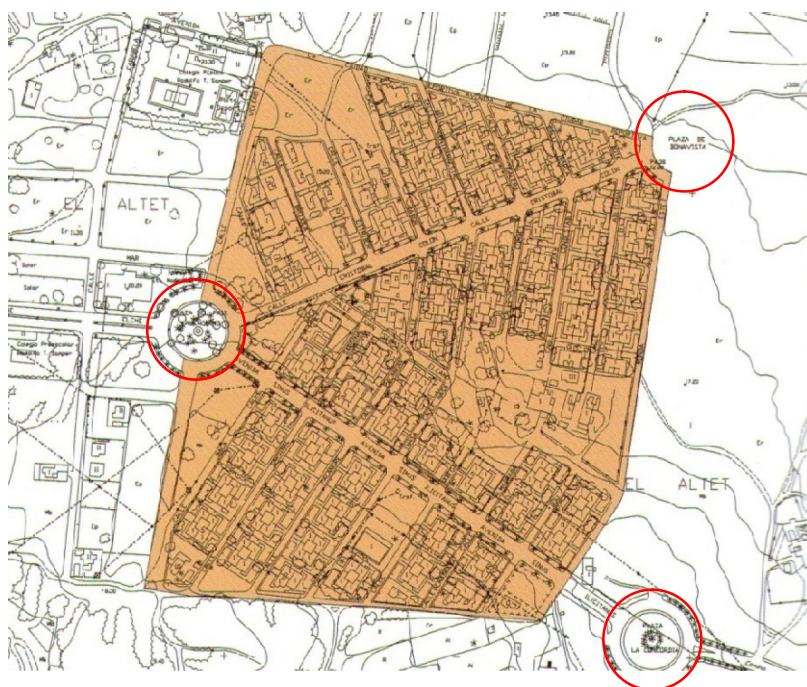


Fig. 6.7 Barrio del ensanche del Altet

Fuente: (Cámara Esclapez, 2001, p. 202)

Como curiosidad, el porqué actualmente se le llama a dicho barrio la cooperativa; es porque durante los primeros años de democracia y después de las primeras elecciones a la alcaldía del pueblo; el alcalde electo por los habitantes del pueblo fue retirado de su cargo; que en su lugar lo estableció otro alcalde pero sin ser elegido democráticamente.

A raíz de lo anterior, se creó, en el barrio; una asociación dedicada a la autoadministración del pueblo; ya que no estaban a favor de dicho cambio, aunque le ayudaban en todo lo posible con su gestión para el bien del Altet.

“No es el alcalde, nos lo han puesto de tal. Le ayudaremos en todo lo que sea para bien de Altet, pero conste que queríamos un alcalde elegido y puesto por nosotros. Altet demostró ser socialista en las elecciones, pero en democracia al alcalde no nos lo imponen, lo queremos elegido por el pueblo”.

(G. Pomata, 1984, p. 122)

Además, en septiembre de 1967 se realizó por primera vez un plano urbanístico de todo el municipio. En este caso, referido al “plan de ordenación del núcleo urbano de la partida rural de Altet, zonificación y alineaciones”. De este modo, se establecieron en plano las restricciones descritas en texto por el primer PGOU de Elche; y así facilitar la creación del ensanche.

No obstante, y como se puede apreciar en la Fig. 6.8, que a continuación se expone; dicho plano está elaborado a mano y carece de precisión cartográfica respecto a los vuelos fotogramétricos.



Fig. 6.8 Primer plano de ordenación urbana del Altet 1967

Fuente: (Elche/Elx, 2017)

A continuación se expone tanto la firma del arquitecto municipal como el lugar y fecha del primer plano de ordenación urbana del Altet, marcada en la figura anterior (Fig. 6.8) con un círculo rojo.



Fig. 6.9 Firma y fecha (Sept. 1967) del primer plano de ordenación urbana

Fuente: (Elche/Elx, 2017)

Sin embargo y seis años mas tarde de la aprobación del primer PGOU de Elche, “el Ayuntamiento solicitó la revisión anticipada, a tenor de las discordancias entre los planteamientos del Plan vigente y el desarrollo urbanístico real. La superación del modelo planteado se basa en la incapacidad de integrar en el planeamiento una serie de fenómenos que no se había podido anticipar: la explosión del desarrollo industrial, la densificación excesiva de la edificación residencial sobre todo en el centro histórico y, por último, la necesidad de adaptar el Plan a las numerosas infraestructuras que se estudian o

implantan a lo largo de la década de los sesenta (autopista del Mediterráneo, aeropuerto de l'Altet, transvase Tajo-Segura, soterramiento del ferrocarril a su paso por la ciudad, polígono industrial "Las Atalayas" (Colomer Sendra, 2002).

Así pues, a mediados de 1969 junto con un equipo técnico dirigido por Javier García Bellido, se encargó del desarrollo de la revisión del primer Plan; que finalmente entró en vigor el 24 de octubre de 1973.

Al mismo tiempo que la entrada en vigor del segundo PGOU de Elche, se realizaron vuelos fotogramétricos pertenecientes entre los años 1973 y 1986 realizados por encargo de los Ministerios de Agricultura, Defensa, Hacienda y del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional); en el cual se puede apreciar en la figura Fig. 6.10, que a continuación se expone; un desarrollo urbanístico bastante alto y consolidado. Se aprecia la nueva zona del ensanche (resaltado en rojo para una mayor apreciación de su ubicación geográfica) junto con la aparición de diversas viviendas y locales en las proximidades de ambas vías principales circulatorias ocupando en su totalidad el espacio adyacente a ellas.

Además, se puede apreciar la aparición definitiva de la actual carretera CV-849; siguiendo a la Avda. Dama de Elche en dirección Oeste.



Fig. 6.10 Vuelo fotogramétrico 1973-1986 Interministerial

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

En el año 1984, el Ayuntamiento de Elche ordenó al antiguo Urbanismo de la ciudad vuelos fotogramétricos para poder realizar por cuenta propia la cartografía junto con la ordenación urbana de todo el municipio. Dicho acontecimiento fue el preámbulo al tercer PGOU de Elche que entro en vigor en Mayo de 1986. Así pues, en el año 1984 el municipio pudo obtener una serie de planos reales para poder desarrollar el nuevo PGOU.

El PGOU de 1986 clasificaba el Altet como zona rural y exponía restricciones en su crecimiento; de tal modo que *“la limitación más significativa para éste núcleo es la limitación de su crecimiento por el norte, debido a la proximidad inminente del aeropuerto. La propuesta viaria incluye la resolución de los accesos desde la carretera N-332 y desde Torrellano”*. *“La extensión urbana se sitúa al sur del actual perímetro,*

manteniendo el carácter de edificación continua o aislada de cada área” (Elche/Elx, 1984, p. 181).

Anteriormente, el Ayuntamiento ya poseía planos de cartografía con el primer PGOU, pero no eran precisas sus alineaciones ni distancias respecto al cartográfico; por lo tanto se mando la realización de dichas fotografías aéreas para poder realizar de forma precisa una distribución urbanística acorde con la geografía real.

El autor del presente trabajo tuvo la oportunidad de poder preguntar al jefe de sección de cartografía y topografía del área de Urbanismo del Ayuntamiento de Elche, en su departamento cartográfico, topográfico y fotogramétrico, (Elicio Mora); el porqué de dichas fotogrametrías municipales cuando podían consultar las realizadas por el gobierno. Elicio manifestó que por aquella época los técnicos del ayuntamiento no se tomaban para nada en serio el urbanismo creciente del municipio; hasta que en el año 1984 observaron una gran problemática respecto al futuro creciente de la ciudad.

Es por ello que el Ayuntamiento ordeno dichas fotogrametrías aéreas para obtener una cartografía fiel al terreno; ya que no se podían dejar garantizar por las fotogrametrías aéreas del gobierno. Además, pretendían elaborar un PGOU eficaz y duradero para el municipio ya que los dos planes anteriores no se elaboraron correctamente para el crecimiento real del municipio.

Es por ello que en Marzo de 1984, se presentaron públicamente los primeros planos cartográficos y urbanísticos realizados en base a los vuelos aéreos. En ellos se puede apreciar los distintos caminos, edificaciones y zonas arboladas o verdes; además de poseer referencias topográficas en puntos singulares para la creación de dichos planos. A continuación se adjuntan tanto las fotogrametrías aéreas de la zona como los planos topográficos resultantes de ellas.



Fig. 6.11 Fotogrametría aérea del Altet 1984

Fuente: (Elche/Elx, 2017)



Fig. 6.12 Plano topográfico del Altet 1984

Fuente: (Elche/Elx, 2017)

Nuevamente y al mismo tiempo, se realizaron vuelos fotogramétricos pertenecientes entre los años 1980 y 1986 realizados por encargo del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional); en el cual se puede apreciar en la Fig. 6.13, que a continuación se expone; un claro signo de creación urbanística realizado

principalmente en la zona noroeste del ensanche (área marcada en rojo en la Fig. 6.13); comparando con la Fig. 6.10 anteriormente expuesta. Se pueden apreciar las nuevas calles formando diversos rectángulos unidos entre sí derivados de la ordenación urbana de la época.



Fig. 6.13 Vuelo fotogramétrico 1980-1986 Nacional

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

En 1997 se aprobó el cuarto, último y actual PGOU de Elche; en el cual clasificaba el Altet como un núcleo muy consolidado dentro de los núcleos rurales, ya que superaba los 1000 habitantes en 1998. (Cuando se realizó el censo de población para los datos de 1998, el Altet poseía 2622 habitantes) (Elche/Elx, 1997, pp. 5, 18).

El vigente Plan observó un error referente a los criterios urbanísticos seguidos hasta el momento en las zonas rurales, ya que tanto el núcleo de Elche como las zonas

rurales seguían los mismos parámetros urbanísticos sin diferenciar las zonas de emplazamiento de la población. A causa de lo anterior, se crearon pequeños núcleos muy densos en medios rurales sin aprovechar las ventajas de los emplazamientos. La causa de dicha densidad en los medios rurales fue la de no prever un plan específico para dichas zonas (Elche/Elx, 1997, p. 18).

Además expone que *“el núcleo urbano de El Altet se ha desarrollado al igual que otros núcleos rurales siguiendo una trama creada artificialmente en los años 60, siguiendo el modelo de los barrios de ensanche de las ciudades. En base a este planteamiento el suelo urbano cruzo la carretera nacional y se extendió hacia la costa, alejándose del núcleo inicial. No tiene un alto grado de consolidación, a excepción de las zonas de chalets de la cooperativa San Francisco de Asís, estando sin ejecutar casi todas las unidades de actuación previstas en el vigente Plan General”* (Elche/Elx, 1997, p. 20).

A continuación se expone en la Fig. 6.14 el plano de ordenación de suelo no urbanizable (exterior/alrededores de la figura resaltada en rojo) realizado en 1997, del Plan actual, perteneciente al Altet.

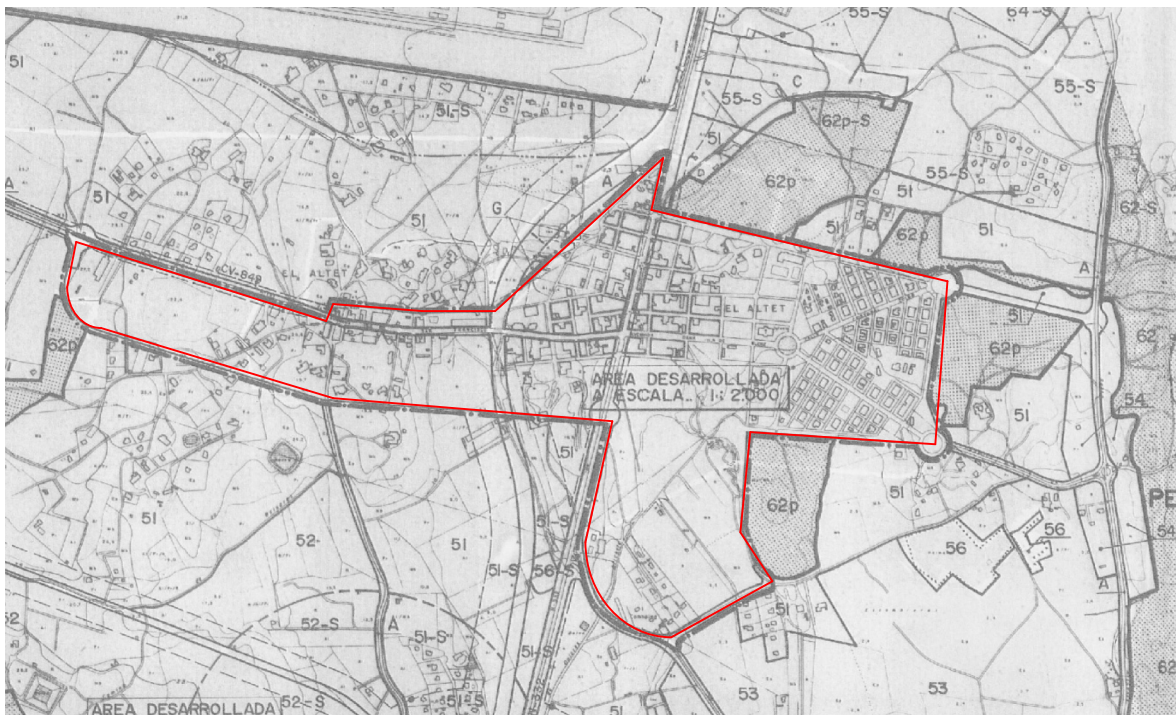


Fig. 6.14 Suelo no urbanizable del Altet 1998

Fuente: (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Finalmente se realizaron vuelos fotogramétricos pertenecientes al Plan Nacional de Ortofotogrametría Aérea (PNOA) los años 2012 y 2014 (concretamente fechadas el 24/06/2012 y el 26/06/2014 respectivamente) que a continuación se exponen; en el cual se puede observar en la primera figura (Fig. 6.15) una clara y dominante evolución urbana; como la actual carretera N-332 desviada del centro del Altet junto con su intersección vial; equipamientos como el campo de fútbol y zonas verdes, una pequeña ampliación del centro y una abundante construcción en la zona de la cooperativa (zona este del Altet).



Fig. 6.15 Vuelo fotogramétrico 2012 Vuelo PNOA

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

En la segunda figura (Fig. 6.16), no se observa apenas algún cambio significativo digno de mencionar; ya que entre ambas figuras no hay ninguna diferencia temporal urbanísticamente hablando.



Fig. 6.16 Vuelo fotogramétrico 2014 Vuelo PNOA

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2015), consultado el 21/02/2017

6.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS DEL ENSANCHE

El presente trabajo trata el barrio del ensanche del Altet (al este del centro de la pedanía, Fig. 6.7), en el cual existen varios tipos de edificaciones con distintas tipologías. En este apartado se analizarán los distintos tipos clasificándolos según su tipología constructiva; y se ceñirá a dos bases. Una base según el PGOU de 1997 y otra según visualizaciones realizadas a pie de campo.

En la base teórica se analizarán y clasificarán las tipologías edificatorias según estén establecidas en los planos expuestos en el actual PGOU de Elche. En la base práctica se analizarán según estén clasificadas mediante inspecciones visuales, ya sean fotografías aéreas en 3D o fotografías a pie de campo para su posterior comprobación con la base teórica. Así pues se podrán clasificar de un modo exacto y sin errores.

6.2.1 SEGÚN PGOU DE 1997

Inicialmente se crearán unos sectores triangulares según la inclinación de las calles que lo forman, ya que no todas las dotaciones viarias están ordenadas regularmente. Además en dichos sectores, que a continuación se exponen tanto en la Tabla 6.1 como en la Fig. 6.17; poseen la particularidad de ser triangulares y comunicarse entre sí con las tres plazas circulares (rotondas).

Cabe añadir que en dichos sectores albergan cuatro orientaciones distintas que más adelante se expondrán en el presente apartado.

Tabla 6.1 Clasificación sectorial según dirección de viales

Sector	Zona	Dirección viales
I	Norte	Noroeste-Sureste
II	Este	Norte-Sur
III	Sur	Noreste-Suroeste

Fuente: Elaboración propia

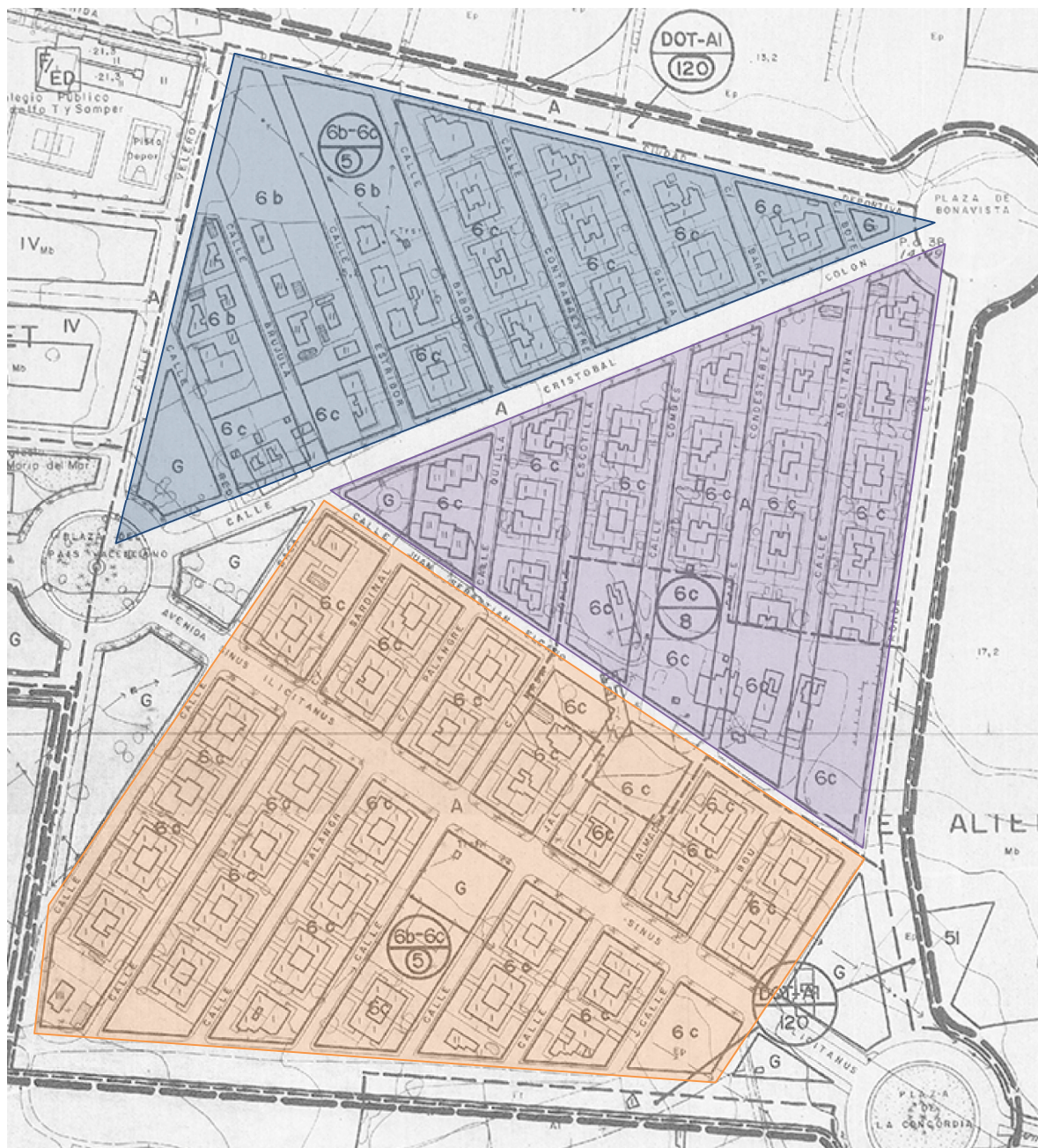


Fig. 6.17 Plano sectorización de tipologías constructivas en base al PGOU

Fuente: Elaboración propia a partir de (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Según el vigente PGOU de Elche, la zona del ensanche la clasifica de suelo urbanizable. Existen varias zonas con distintos tipos de edificaciones, todas de baja densidad. Predomina en su gran mayoría el tipo 6c que corresponde a edificaciones de baja densidad (nº6) adosada en 250m^2 de parcela (c). También existen algunas tipologías de tipo 6b que corresponde a edificaciones de baja densidad (nº6) aislada en 400m^2 de

parcela (b). Además, en su gran mayoría predomina la edificación con una única altura, teniendo alguna edificación con dos alturas y una única vivienda con tres alturas (cuya tipología no se tendrá en cuenta para el presente proyecto; requiriendo de un proyecto aparte para su mejora de la eficiencia energética).

ZONAS	
Suelo urbano	
1	Raval
2	Casco antiguo
4	Ensanche
5	Edificación abierta
6	Baja densidad
a	Aislada en 600 m ²
b	Aislada en 400 m ²
c	Adosada en 250 m ²
d	Núcleo rural tradicional
e	Aislada en 1.000 m ²
f	Aislada en 2.000 m ²
7	Edificación en palmeral
10	Servicios
11 a	Industrial en edificación abierta
b	Industrial en manzana cerrada
c	Parque Industrial
P	Aparcamientos
T	Tolerancia de usos

Fig. 6.18 Leyenda de simbología y clasificación de suelo PGOU Elche

Fuente: (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Tal y como se puede observar en la siguiente Fig. 6.19 referente al PGOU, se han delimitado las cuatro tipologías edificatorias de viviendas con diversos colores, que a continuación se exponen en una tabla organizativa junto con el sector correspondiente.

Tabla 6.2 Clasificación edificatoria según la tipología

Sector	Clasificación	Tipología	Tipo de edificación	Nº de plantas
I	A	6b	Aislada en 400 m ²	1
	B	6b	Aislada en 400 m ²	2
	C	6c	Adosada en 250 m ²	1
II	C	6c	Adosada en 250 m ²	1
	D	6c	Adosada en 250 m ²	2
III	C	6c	Adosada en 250 m ²	1
	D	6c	Adosada en 250 m ²	2

Fuente: Elaboración propia

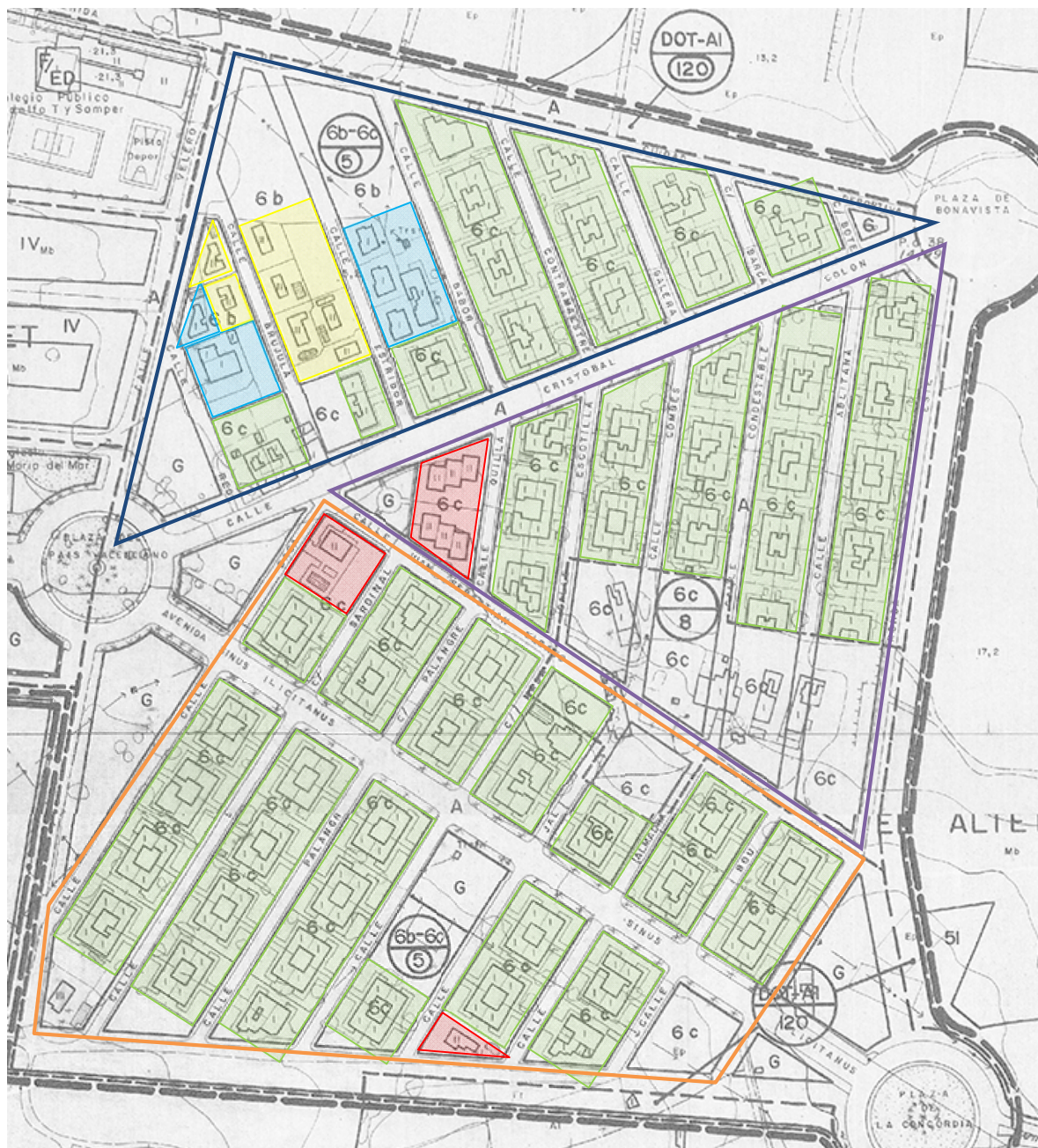


Fig. 6.19 Plano tipología de suelo urbanizable del PGOU Elche

Fuente: Elaboración propia a partir de (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

No obstante dichas tipologías están clasificadas, entre otras variables, según el área de parcelación de las viviendas; en 250 m^2 o en 400 m^2 de parcela. Es por tanto que el presente trabajo no interpreta la suficiente importancia el mantener el área de parcelación para el cálculo energético; por lo que de aquí en adelante se suprimirá dicho valor.

Dicho lo anterior, nuevamente se clasificaran las tipologías de viviendas en función de la ubicación de la entrada principal a la vivienda; estimando, por tanto, que en la ubicación de la misma se encuentra la fachada principal.

Cabe añadir que cada tipología se ha clasificado con una orientación estimada para una mejor comprensión; pero cada sector posee para cada vivienda un ángulo diferente respecto al norte. Tanto las orientaciones estimadas como el ángulo se exponen en la siguiente Tabla 6.3. Las figuras donde se exponen las orientaciones estimadas se muestran a continuación.

Tabla 6.3 Clasificación edificatoria según su orientación.

Sector	Clasificación	Tipología	Tipo de edificación	Nº de plantas	Orientación estimada	Ángulo(*)
I	A	6b	Aislada	1	Oeste	69 °
					Sur	339 °
					Este	249 °
	B	6b	Aislada	2	Oeste	69 °
					Este	249 °
	C	6c	Adosada	1	Oeste	69 °
					Este	249 °
II	C	6c	Adosada	1	Oeste	97 °
					Este	277 °
	D	6c	Adosada	2	Norte	7 °
					Sur	187 °
III	C	6c	Adosada	1	Oeste	123 °
					Este	303 °
	D	6c	Adosada	2	Oeste	123 °

Fuente: Elaboración propia

(*) El ángulo hace referencia a la orientación de la fachada principal de la vivienda respecto al norte.

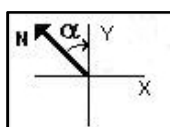


Fig. 6.20 Ángulo de orientación de la vivienda respecto al norte

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ **Orientaciones viviendas Sector I; Clasificaciones A, B y C según su orientación:**



Fig. 6.21 Plano orientaciones Sector I según PGOU Elche

Fuente: Elaboración propia a partir de (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

➤ **Orientaciones viviendas Sector II; Clasificaciones C y D según su orientación:**



Fig. 6.22 Plano orientaciones Sector II según PGOU Elche

Fuente: Elaboración propia a partir de (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

➤ **Orientaciones viviendas Sector III; Clasificaciones C y D según su orientación:**



Fig. 6.23 Plano orientaciones Sector III según PGOU Elche

Fuente: Elaboración propia a partir de (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

6.2.2 SEGÚN VISUALIZACIÓN

A continuación se muestran las diferentes fotografías realizadas a pie de campo de las distintas tipologías clasificadas anteriormente:

➤ Sector I, Edificación Tipo A; Aislada de una planta:



Fig. 6.24 Edificación Tipo A

Fuente: Fotografía, elaboración propia; Esquema, (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Como se puede apreciar, se trata de una edificación aislada de una planta construida en 1992 según la ficha catastral del inmueble. Cabe añadir que tras la visita a la zona, se pudo apreciar que algunas edificaciones poseían dos plantas estando clasificadas en el PGOU como aisladas con una planta.

Esta edificación es una de las pocas que quedan con una única planta; y por tanto cumpliendo lo que establece el PGOU.

➤ **Sector I, Edificación Tipo B; Aislada de dos plantas:**



Fig. 6.25 Edificación Tipo B

Fuente: Fotografía, elaboración propia; Esquema, (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Como se puede apreciar, se trata de una serie de edificaciones aisladas de dos plantas construidas en 1989 y 1991 según la ficha catastral de los inmuebles. La vivienda de la izquierda posee una cubierta inclinada realizada de teja cerámica; la vivienda del centro posee una cubierta plana realizada, teóricamente, de baldosín catalán; la vivienda de la derecha posee una cubierta inclinada realizada de teja cerámica esmaltada.

Con esto, el presente trabajo estima que existen multitud de variedades edificatorias aunque las edificaciones coincidan en tipología expuesta en el PGOU como en año de construcción.

➤ **Sector III, Edificación Tipo C; Adosada de una planta:**

Fig. 6.26 Edificación Tipo C

Fuente: Fotografía, elaboración propia; Esquema, (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Como se puede apreciar, se trata de una edificación adosada de una planta construida en 1971 según la ficha catastral del inmueble. Dicha edificación es una de las primeras en construirse en el ensanche, además de ser una de las pocas que sobrevive a las reformas, rehabilitaciones y/o modernizaciones respecto a sus hermanas adyacentes.

Cabe añadir que tras la visita a la zona, se pudo apreciar que algunas edificaciones poseían dos plantas estando clasificadas en el PGOU como adosadas con una planta. Esta edificación es una de las pocas que quedan con una única planta; y por tanto cumpliendo lo que establece el PGOU.

Por último, mencionar que la edificación tipo C es la más común y repetitiva de todo el ensanche, ergo la que más cambios estéticos y constructivos a sufrido; otorgando una gran multitud de variantes edificatorias naciendo de una misma tipología.

➤ **Sector II, Edificación Tipo D; Adosada de dos plantas:**



Fig. 6.27 Edificación Tipo D

Fuente: Fotografía, elaboración propia; Esquema, (Elche/Elx, 2008), consultado el 23/02/2017

Como se puede apreciar, se trata de una serie de edificaciones adosadas de dos plantas construidas en 1991 según la ficha catastral de los inmuebles. Las viviendas poseen una cubierta inclinada realizada de teja cerámica, además de poseer la misma terminación en sus fachadas.

Con esto, el presente trabajo estima que únicamente existe esta variedad edificatoria, tanto de acabados como constructiva, para la tipología tipo D.

6.2.3 SEGÚN AÑO DE CONSTRUCCIÓN

Además de los criterios de clasificación anteriormente expuestos, también se pueden clasificar mediante el año de construcción que se refleja en las fichas catastrales de los inmuebles. Para ello, el autor del presente trabajo consulto todas las fichas catastrales de las viviendas que pertenecen a la zona del ensanche del Altet; elaborando y mostrando el siguiente cuadro resumen que a continuación se expone.

Tabla 6.4 Años de construcción y nº de viviendas.

		Año de construcción													
		1936	1971	1972	1977	1978	1989	1991	1992	1995	1999	2002	2012	2014	Total
Nº de viviendas	Tipo A	1			2		1		3						7
	Tipo B						4	3			1				8
	Tipo C		109	1	100	1				1		2	1	1	216
	Tipo D		1				1	6							8
Total		1	110	1	102	1	6	9	3	1	1	2	1	1	
TOTAL		239													

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de www1.sedecatastro.gob.es/cycbieninmueble/ovcbusqueda.aspx, consultado el 02/04/2017

Así pues y como se puede observar, la gran mayoría de las viviendas se encuentran construidas en los años 1971 y 1977; con algunas viviendas construidas posteriormente en los años 90. La vivienda construida en 1936 (fecha de construcción erróneamente expuesta en la ficha catastral del inmueble) correspondiente al tipo A; es la vivienda en la que se realizara una propuesta de actuación en la redacción del presente trabajo.

7 ANALISIS CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA EJEMPLO

7.1 CASA RURAL TÍPICA DEL *CAMP D'ELX*

La vivienda ejemplo que trata el presente trabajo corresponde a una casa típica del *camp d'Elx*, correspondiente a una tipología de casa rural. Es la tipología más importante que se conserva en el término de Elche ya que la influencia que ha tenido ha servido para el desarrollo de la vivienda unifamiliar adosada en los ensanches de los pueblos y núcleos rurales.

La tipología más común es de forma rectangular con dos cuadrados adosados. El primer cuadrado es destinado a vivienda y el segundo a un patio agrícola, con animales de granja. El esquema de distribución de la vivienda se ha conservado hasta tal punto que actualmente se sigue utilizando.

Mayoritariamente, la fachada principal donde se encontraba el porche estaba orientada al Sur. Dicho porche delantero servía para proteger la casa del sol, siendo la pieza más importante en la estación de verano; ya que dicho porche se encontraba en el cuadrado destinado a la vivienda, donde se desarrollaban las funciones de comedor, lugar de trabajo y dormitorios.

El interior está formado por un pasillo distribuidor central que daba acceso a dos dormitorios iluminados por el porche. Más adelante se encontraba la cocina que normalmente se situaba a Poniente (Oeste) y el salón comedor que se situaba a Levante (Este). Al final del pasillo distribuidor se encontraba el patio interior que formaba parte del segundo cuadrado. El pasillo se comunicaba con el patio interior a través de un pequeño porche o almacén para guardar los aperos o productos agrícolas.

Cabe destacar que inicialmente la cubierta que poseía dicha tipología constructiva era horizontal (plana), para poder tener un área o lugar apropiado destinado a secar alimentos; tales como ñoras o higos. Posteriormente se transformó en una cubierta inclinada a dos aguas con una cercha de madera en el centro, a modo de cumbrera. Dicha cubierta se apoyaba en los muros de carga laterales que formaban la fachada.

En la parte posterior del patio se encontraban mayoritariamente las granjas de animales de un tamaño reducido, como gallinas, pollos y conejeros. En frente a ellas se encontraba el refugio, actualmente conocido como baño o aseo; con una fosa séptica. Raramente y si se poseía el suficiente espacio dentro del patio interior, se instalaban unas cuadras para los caballos de tiro o paseo.

Con el tiempo, la tipología se ha ido desarrollando en función de las necesidades personales de los habitantes; otorgando algún dormitorio o servicio suplementario, tanto en la zona destinada a vivienda como en el patio trasero (Cámara Esclapez, 2001, p. 169).

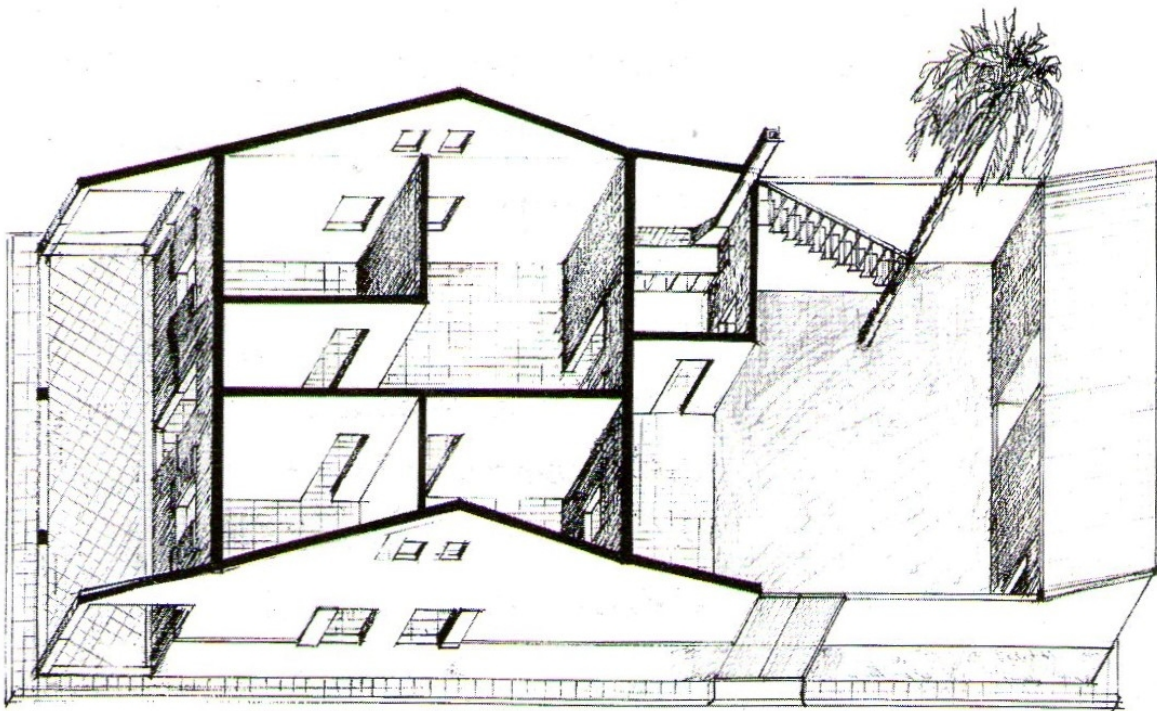


Fig. 7.1 Perspectiva de una casa típica del camp d'Elx

Fuente: (Cámara Esclapez, 2001, p. 169)

Actualmente, aun quedan intactas algunas de estas viviendas típicas en la zona del ensanche del Altet; que a continuación se exponen.



Fig. 7.2 Fachada de Levante casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017



Fig. 7.3 Fachada de Levante casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017



Fig. 7.4 Fachada Sur y principal de una casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017



Fig. 7.5 Fachada Sur y principal de una casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017



Fig. 7.6 Fachada de Poniente casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017



Fig. 7.7 Muro de mampostería de la casa típica del camp d'Elx

Fuente: Elaboración propia realizada el 01/04/2017

7.2 PROYECTO ORIGINAL DE 1890

La edificación ejemplo que trata el presente trabajo constaba de dos viviendas adyacentes entre sí separadas por un cerramiento común. Dicha edificación con ambas viviendas claramente diferenciadas se construyó de tal manera porque ambos propietarios de las viviendas eran familiares directos.

El conjunto de ambas viviendas constaba de un cuadrado. Dentro de él se hallaban dos rectángulos simétricos a la medianera común central que formaban cada una de las viviendas, con una distribución muy semejante a la que se ha descrito en el apartado anterior del presente capítulo. Cada rectángulo poseía unas dimensiones de unos 8 metros de ancho y 20 metros de largo.

El proyecto original contaba con una zona de estancia donde se encontraban las habitaciones, cocina y salón-comedor; y otra zona donde se encontraban las cuadras de caballos así como unos gallineros, conejeros, una letrina de hoyo y patio para los propietarios. Dicho proyecto poseía la singularidad de las típicas casas de campo valencianas, con la zona de las estancias en su parte frontal o principal y la zona de animales en su parte posterior; ambas zonas separadas por cocina y salón-comedor, que eran las más utilizadas por los propietarios cuando estos se encontraban en sus viviendas.

A la finalización de la construcción de las viviendas en 1890, la edificación contaba con dos viviendas separadas entre sí por medio de un cerramiento vertical de unos 30 cm de espesor compuesto por bloques cerámicos huecos revestidos de yeso. Los cerramientos exteriores eran de mampostería de piedra de unos 50 cm de espesor donde actuaban como muros de carga para la cubierta inclinada; ya que la edificación no poseía ningún pilar. Dicho muro de mampostería ocupaba todo el perímetro de la zona de estancias y también atravesaba por medio de dicha estancia; formando así dos rectángulos iguales que sumándolos formaban un cuadrado.

La cubierta era inclinada a dos aguas y estaba formada por tejas cerámicas alicantinas de tipo mixto que apoyaban en bardos cerámicos; y estos apoyaban en vigas realizadas in-situ compuestas por ladrillos cerámicos con barras de hierro en su interior.

La tabiquería interior estaba formada por ladrillo cerámico hueco simple de 4 cm de espesor junto con un revestimiento de yeso a ambas caras, dando un espesor total de 7 cm.

La carpintería, tanto interior como exterior, era de madera. Las puertas de paso eran de 62 cm de ancho excepto la principal, que era de 72 cm de ancho. La edificación poseía un pavimento cerámico tipo mosaico que abarcaba toda la vivienda en su zona de las estancias.

La edificación poseía un pequeño muro divisorio en su parte trasera para poder delimitar el área de los animales con el exterior. Dicho muro estaba compuesto por bloques cerámicos huecos de unos 25 cm de espesor y no superaba la altura de 1'60 metros.

Como se ha mencionado anteriormente, la zona del baño (refugio) estaba construida usando los principios básicos de la letrina de hoyo y se ubicaba en el exterior de la vivienda, junto a la zona de los animales y patio exterior. La evacuación de la letrina de hoyo se realizaba mediante una fosa séptica común que compartían ambas viviendas. La edificación no contó con electricidad de forma estable hasta 1900.

Por último cabe señalar que la parcela donde se ubicaba la edificación no estaba separada físicamente por ningún elemento constructivo respecto de las demás parcelas adyacentes; ya que todas las demás parcelas, incluida la mencionada en el presente proyecto, se usaban como campos de agricultura, tanto de hortalizas como de frutales de diversos tipos. Únicamente se hacía una distinción de parcelas por medios de señalización, tales como piedras, palos y arboles.

En la siguiente figura se adjunta un plano de la edificación con ambas viviendas para una mayor comprensión visual de cómo era el proyecto original de 1890.

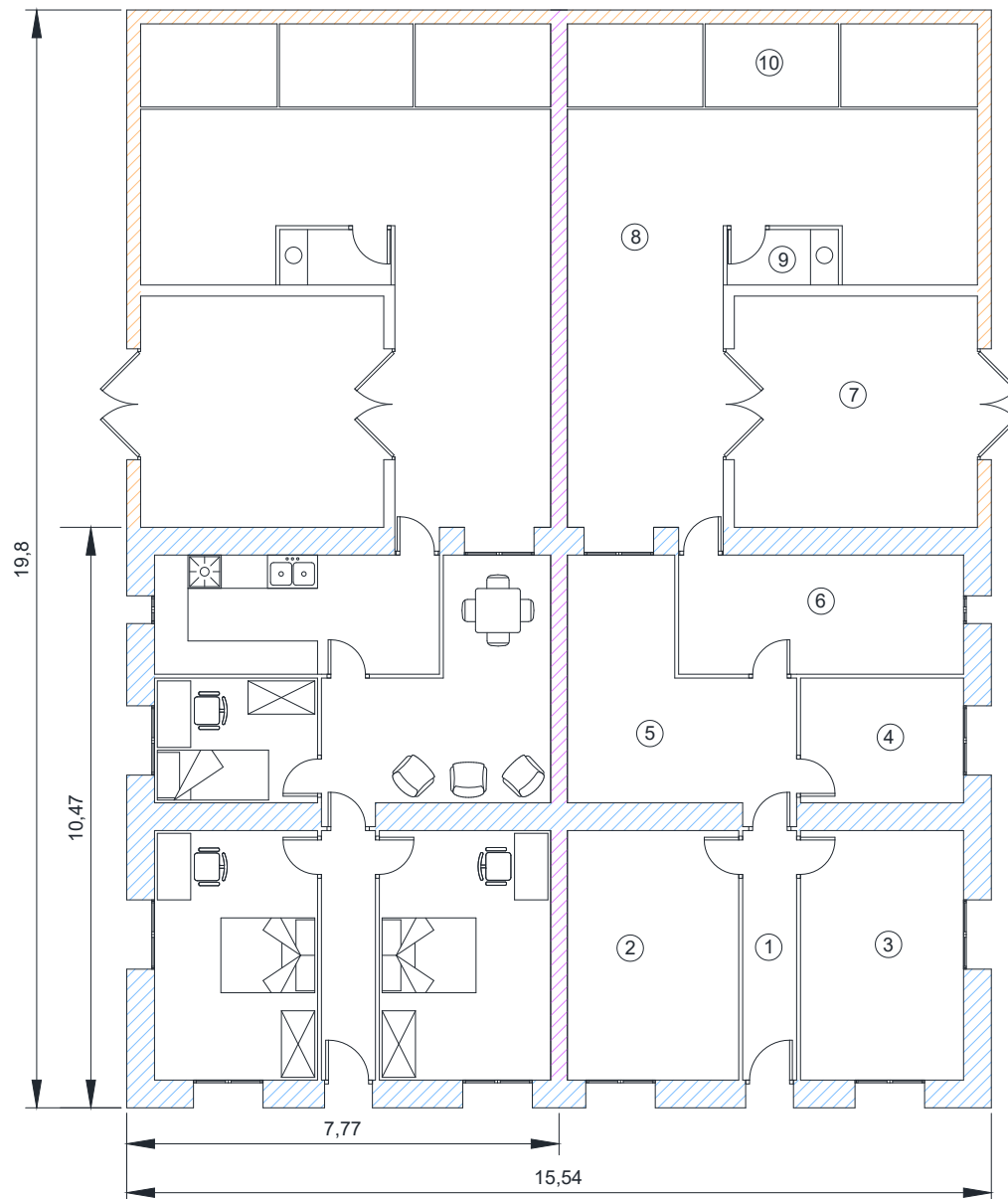


Fig. 7.8 Planta de distribución del proyecto original de 1890

Fuente: Elaboración propia a partir de los relatos de (Baeza Esteve, 1986)

Donde: 1. Pasillo distribuidor; 2. y 3. Habitaciones dobles; 4. Habitación sencilla; 5. Salón Comedor; 6. Cocina; 7. Cuadras para caballos; 8. Patio interior; 9. Refugio; 10. Corrales para animales; El rallado azul corresponde al muro de mampostería; El rallado violeta corresponde al muro de medianera y el rallado naranja corresponde al murete de separación entre la zona de animales y el exterior.

A continuación se adjuntan unas de las pocas imágenes originales de la vivienda que se han podido conservar e inmortalizar en el presente proyecto.



Fig. 7.9 Vista general de la vivienda original ejemplo en 1984

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)



Fig. 7.10 Vista de la fachada principal de la vivienda original ejemplo en 1984

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)

7.3 MODIFICACIONES AL PROYECTO INICIAL EN 1986

En 1986 se rehabilito la vivienda de forma contundente, modificando y creando nuevos espacios pero conservando algunos elementos principales de fachada y de cubierta. Es por ello que la idea principal del propietario era conservar la vista exterior de la edificación pero mejorando y modificando el interior.

Al tratarse de dos viviendas adosadas que pertenecían a propietarios de una familia común, el propietario actual adquirió ambas viviendas; pudiendo juntarlas y formar una sola vivienda unifamiliar de planta baja.

Sus dimensiones cambiaron y formaron parte de una vivienda junto con la mitad de otra (sombreado azul). Además, se añadieron dos porches en las fachadas Sur y Este (sombreado verde).

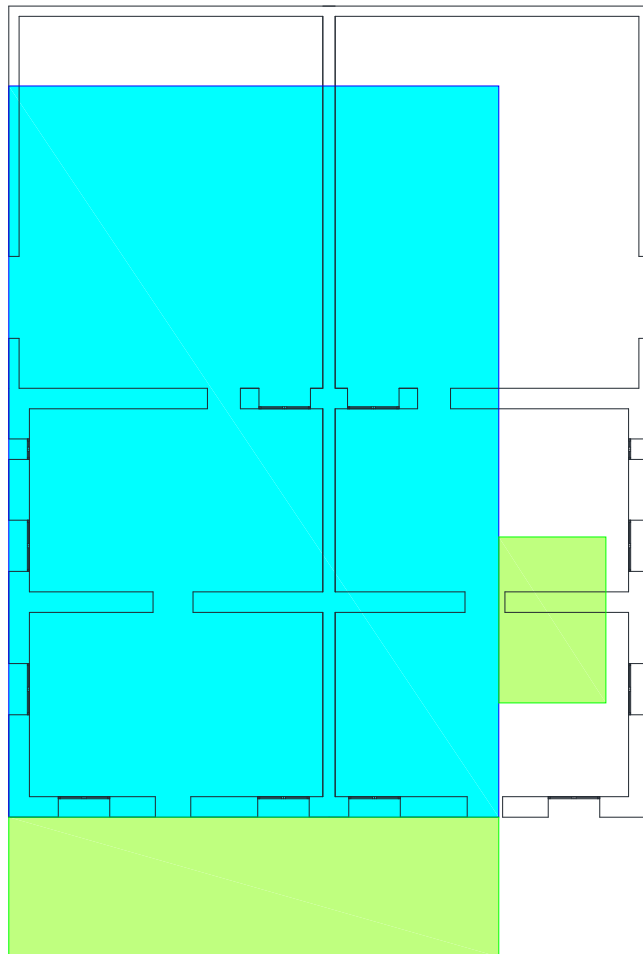


Fig. 7.11 Comparativa entre la vivienda original y la modificación de 1986

Fuente: Elaboración propia a partir de los relatos de (Baeza Esteve, 1986)

Se retiró en toda su totalidad el patio exterior junto con la zona de animales y cuadras de caballos. En él se construyó un par más de habitaciones simples junto con otro baño, además de un espacio grande destinado como garaje para un automóvil de pequeñas dimensiones.

Actualmente dicho garaje es muy pequeño para albergar un coche convencional. Además, se implantó un patio exterior utilizando parte de la zona que anteriormente también se destinó para el mismo uso.

Se crearon nuevas instalaciones como el saneamiento a fosa séptica, agua fría, ACS, iluminación, y calefacción mediante una chimenea común. Además se cambió por completo la anterior carpintería, tanto exterior como interior.

A continuación se adjuntan la siguiente figura que representan los cambios realizados en la vivienda en 1986.

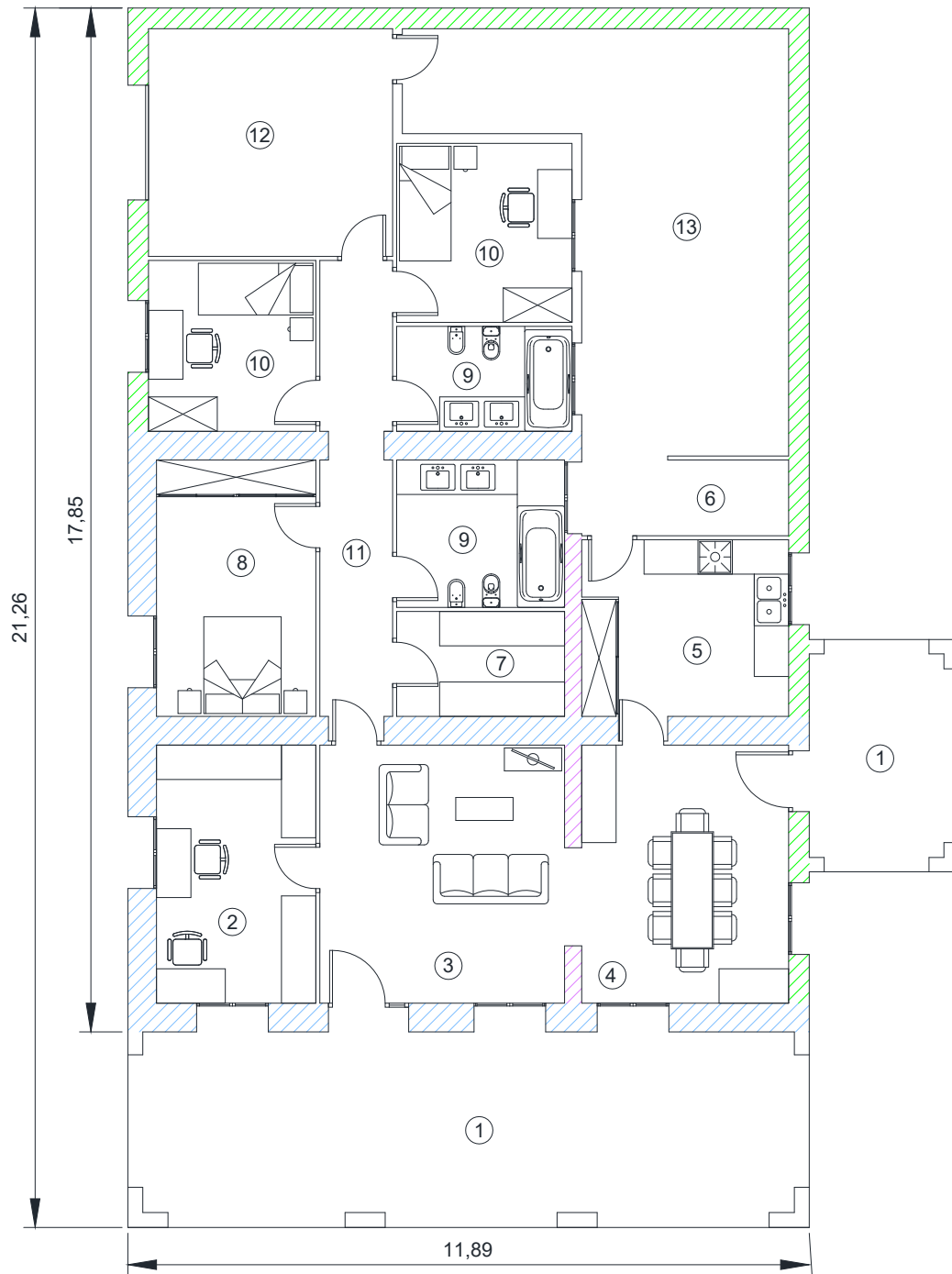


Fig. 7.12 Planta de distribución del proyecto modificado de 1986

Fuente: Elaboración propia a partir de los relatos de (Baeza Esteve, 1986)

Donde: 1. Porche principal y secundario; 2. Sala de estudio; 3. Salón; 4. Comedor; 5. Cocina; 6. Galería; 7. Trastero; 8. Habitación Doble; 9. Baños; 10. Habitaciones Sencillas; 11. Pasillo Distribuidor; 12. Garaje; 13. Patio Interior; El rallado azul corresponde al muro de mampostería; El rallado violeta corresponde al muro de medianera y el rallado verde corresponde al nuevo cerramiento exterior que se realizó en la modificación.

A continuación se adjunta el plano original de la distribución interior.

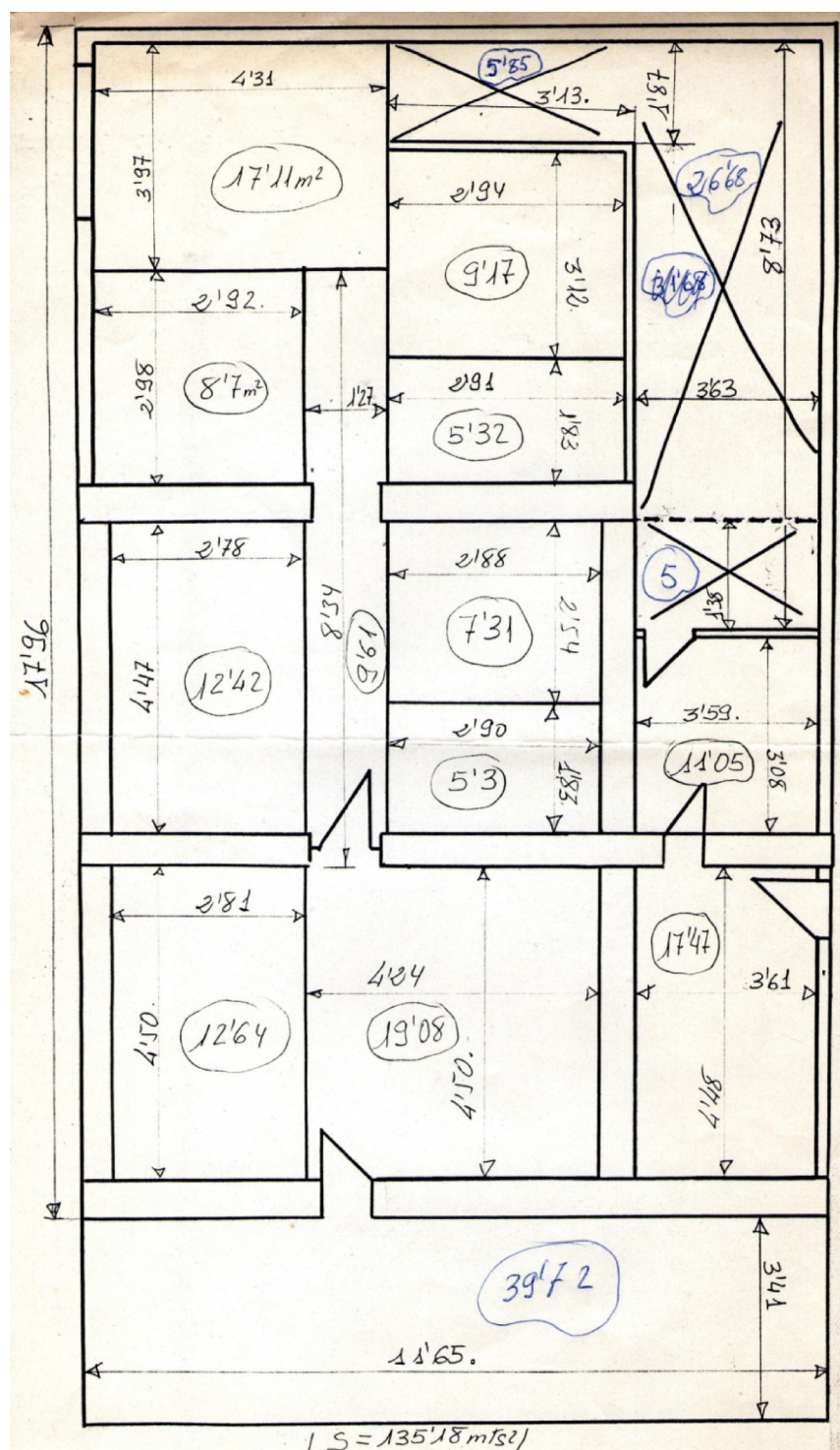


Fig. 7.13 Plano de distribución de la vivienda ejemplo realizado en 1986

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)

A continuación, se adjuntan algunas imágenes de su construcción en 1986.



Fig. 7.14 Proceso de construcción fachada Oeste de la vivienda ejemplo en 1984

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)



Fig. 7.15 Proceso de construcción fachada Sur de la vivienda ejemplo en 1984

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)



Fig. 7.16 Cubierta terminada de la vivienda ejemplo en 1986

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)



Fig. 7.17 Fachada Este terminada de la vivienda ejemplo en 1986

Fuente: (Baeza Esteve, 1986)

7.4 ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA EN 2017

En la redacción del presente trabajo de fin de grado, la vivienda ha sufrido un cambio importante a tener en cuenta, que modifica el comportamiento de la envolvente térmica. Dicha actuación fue la sustitución por parte de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea) de la carpintería exterior, ya que la presente vivienda se encuentra dentro de los límites establecidos por el PAA (Plan de Aislamiento Acústico) correspondiente al aeropuerto de Alicante-Elche (Aena, 2016).

Dicha actuación fue realizada en Noviembre de 2009 (Diario Información, 2013), y se instalaron carpinterías de madera junto con vidrios de espesores 4/8/6.

Dejando a un lado las modificaciones que pudieran afectar a la calificación energética de la vivienda, y a modo de curiosidad; se ejecuto una remodelación radical en el exterior, modificando zonas de jardinería, trasplante de arboles y palmeras, junto con la ejecución de una piscina y garaje abierto fuera de los límites de la envolvente térmica.

A continuación se adjuntan algunas figuras de la fachada para obtener una mayor comprensión de la vivienda en su estado actual.



Fig. 7.18 Vista general fachada principal (Sur)

Fuente: Elaboración propia



Fig. 7.19 Vista general fachada lateral (Oeste)

Fuente: Elaboración propia



Fig. 7.20 Vista general fachada lateral (Este)

Fuente: Elaboración propia



Fig. 7.21 Vista general puerta de entrada principal

Fuente: Elaboración propia

Fuente: (España. Ministerio de Hacienda y Función Pública, 2017), consultado el 15/05/2017

Se utilizara la “Herramienta unificada LIDER-CALENER” (HULC de aquí en adelante) para elaborar los certificados de eficiencia energética. Dicha herramienta es facilitada por la pagina web del CTE y es totalmente gratuita (España. Ministerio de Fomento, 2017).

Existen algunos datos de carácter informativo, administrativo y, en algunos casos, determinantes para obtener la calificación; que se deben introducir al comienzo de la apertura del programa.

La vivienda unifamiliar donde se quiere realizar una actuación energética usando las estrategias que se han planteado anteriormente; cuenta con los siguientes datos generales, algunos de ellos esenciales para obtener el certificado:

- Altitud (h): 10 msnm (Metros Sobre el Nivel de Mar).
- Zona climática: B4, según (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 32).

Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3
Albacete	D3	677						
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250	

Fig. 8.2 Zona climática para una h=10msnm en la provincia de Alicante

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 32)

- Tipo de intervención: Existente con intervención importante.
- Tipo de edificio: Vivienda Unifamiliar.
- Valor de ventilación: Se considerara la ventilación por defecto, de 0'63 renovaciones por hora; ya que se construyo sin la normativa del CTE.
- Orientación del edificio: Es el ángulo al que se encuentra la orientación Norte-Sur respecto de los ejes principales del plano de trabajo; siendo para este ejemplo de 339º; dato obtenido mediante AutoCad.

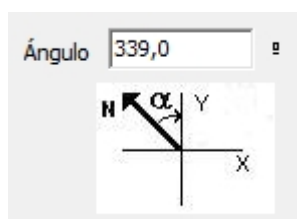


Fig. 8.3 Ángulo de orientación de la vivienda ejemplo

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2017)

8.2 CALCULO DE LA DEMANDA DE ACS

Para poder calcular la demanda de ACS real que posee la vivienda, es necesario remitirse de nuevo al CTE, en su Documento Básico DB HE 4 correspondiente a la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, en su apartado y tabla 4.1.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la tabla 2.1. Las demandas de ACS a 60 °C se han obtenido de la norma UNE 94002. Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2.) con los valores de $T_i = 12\text{ °C}$ (constante) y $T = 45\text{ °C}$.

Fig. 8.4 Demanda de litros ACS por día y persona

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 62)

Al ser una vivienda, se obtendrá el valor de 28 litros por día y persona. El número de personas que establece el CTE se refleja en función del número de dormitorios que tenga la vivienda con una tabla. Dicha tabla se expone a continuación.

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Fig. 8.5 Ángulo de orientación de la vivienda ejemplo

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 63)

Así pues y al tener 3 dormitorios; el número de personas que expone el CTE es de 4 para el cálculo de uso residencial privado. Por lo tanto:

$$\text{Demanda de ACS} = 28\text{l/día y persona} \times 4 \text{ personas} = 112 \text{ l/día}$$

Para la contribución de ACS por medio de placas solares, se tendrá que comprobar que la vivienda ejemplo se encuentre dentro del ámbito de aplicación del DB HE 4. En el apartado 1, punto 1 b) incluye a los “edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d” (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 57). Por lo tanto, la vivienda ejemplo estaría dentro de este ámbito de aplicación.

No obstante, en el apartado 2, punto 2.1.2, expone que “en el caso de ampliaciones e intervenciones en edificios existentes, contemplados en el punto 1 b) del apartado 1, la contribución solar mínima solo afectará al incremento de la demanda de ACS sobre la demanda inicial” (España. Ministerio de Fomento, 2013, p. 57).

El presente trabajo estima que en ningún momento se ha incrementado la demanda inicial de la vivienda; puesto que no se va a añadir ningún dormitorio a los existentes; por lo tanto, no es de obligado cumplimiento para la vivienda ejemplo instalar un acumulador, o acumuladores, de ACS mediante captadores de radiación solar. No obstante, sería conveniente la colocación de un sistema de acumulación de ACS mediante placas solares para cubrir parte de la demanda actual, con el objetivo de reducir dicha demanda; en el caso de ser necesario su implantación.

8.3 CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA ENVOLVENTE

Para realizar correctamente el cálculo de la transmitancia térmica en la envolvente de la vivienda ejemplo, se usaran los valores predeterminados establecidos por el programa HULC, y se dividirán por grupos según su ubicación constructiva. La envolvente térmica de la vivienda se expone a continuación.

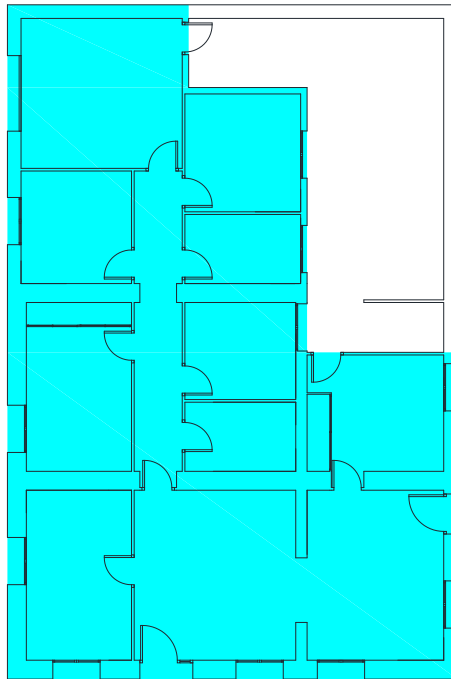


Fig. 8.6 Envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado el garaje (esquina superior izquierda) dentro de la envolvente; ya que se encuentra integrado de forma constructiva en ella, además de usar frecuentemente dicho garaje como almacenamiento de enseres.

8.3.1 FACHADAS

Se pueden contabilizar 5 fachadas de distinto espesor y con materiales combinados; no pudiendo determinar un único valor de transmitancia térmica para todas. Por lo tanto se tendrán que analizar por separado con sus diferentes espesores y materiales que las forman.

➤ Fachada tipo A

Corresponde a la fachada original elaborada por un muro de mampostería; siendo su espesor total de 50 centímetros de los cuales 3'5 son para el revestimiento exterior de mortero de cemento, 45 para el propio muro en sí y 1'5 para el revestimiento interior de yeso maestreado.

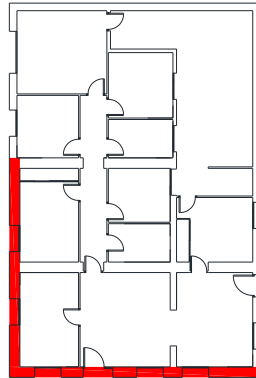


Fig. 8.7 Fachada tipo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 1'76 W/m^2$.

Nombre: Fachada A

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,450	1,400	1895	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Yesos

Material: Yeso dureza media 600 < d < 900

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 1,76 W/(m²K)

Fig. 8.8 Transmitancia de fachada tipo A de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo B

Corresponde a la fachada elaborada en la reforma de 1986, y se compone por 2 fábricas de bloques de hormigón perforados colocados a media asta, separados entre sí por una cámara de aire sin ventilación de 2 centímetros de espesor; y con la misma terminación en exterior como en interior que el anterior, con 29 centímetros en total.

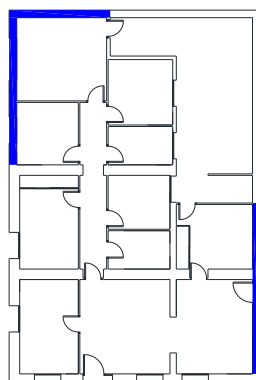


Fig. 8.9 Fachada tipo B de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0,63 \text{ W/m}^2$.

Nombre: Fachada B

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
4	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
5	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
6						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 200

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,63 W/(m²K)

Fig. 8.10 Transmitancia de fachada tipo B de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo C

Corresponde a la fachada elaborada en la reforma de 1986, y se compone por una fábrica de bloques de hormigón perforados colocados a media asta finalizando con la misma terminación en exterior como en interior que los dos anteriores casos. Posee un espesor total de 17 centímetros.

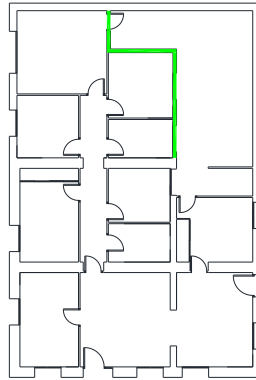


Fig. 8.11 Fachada tipo C de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 1'19W/m^2$.

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

Fig. 8.12 Transmitancia de fachada tipo C de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo D

Corresponde a la medianera original elaborada por un muro de mampostería; siendo su espesor total de 30 centímetros de los cuales 3'5 son para el revestimiento exterior de mortero de cemento, 25 para el propio muro en sí y 1'5 para el revestimiento interior de yeso maestreado.

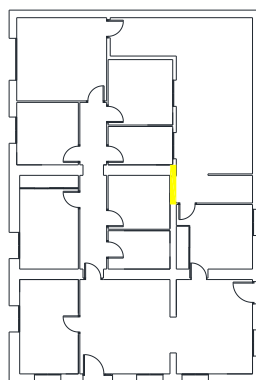


Fig. 8.13 Fachada tipo D de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 2'35W/m^2$.

Nombre: Fachada D

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,250	1,400	1895	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 2,35 W/(m²K)

Fig. 8.14 Transmitancia de fachada tipo D de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo E

Corresponde a la fachada elaborada en la reforma de 1986, y se compone por una fábrica de ladrillo cerámico hueco sencillo de 4 centímetros de espesor colocada a media asta, y revestida por ambas caras de una capa de 1'5 centímetros de espesor de yeso maestreado. Posee un espesor total de 7 centímetros.

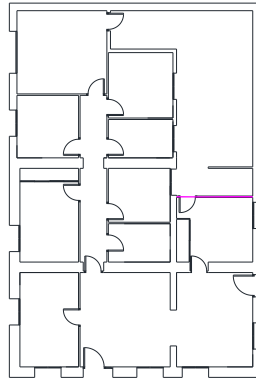


Fig. 8.15 Fachada tipo E de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 2'78W/m^2$.

Nombre: Fachada E

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
2	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Yesos

Material: Yeso dureza media 600 < d < 900

Espeor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 2,78 W/(m²K)

Fig. 8.16 Transmitancia de fachada tipo E de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

Por lo tanto y a modo de resumen para las transmitancias térmicas de las fachadas, se podrá expresar conforme a la siguiente tabla expuesta a continuación.

Tabla 8.1 Resumen transmitancia térmica en fachadas

	U (W/m ² K)
Fachada A	1'76
Fachada B	0'63
Fachada C	1'19
Fachada D	2'53
Fachada E	2'78

Fuente: Elaboración propia

8.3.2 CUBIERTAS

Se pueden contabilizar 2 cubiertas de distinto espesor y con materiales combinados (cubierta inclinada y cubierta plana); no pudiendo determinar un único valor de transmitancia térmica para todas. Por lo tanto se tendrán que analizar por separado con sus diferentes espesores y materiales que las forman.

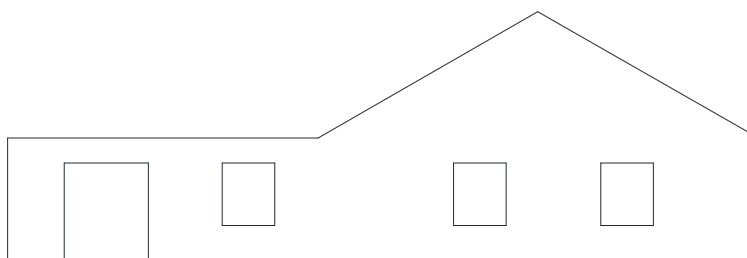


Fig. 8.17 Alzado fachada Oeste

Fuente: Elaboración propia

➤ Cubierta tipo A (inclinada)

Corresponde a la cubierta original elaborada por teja cerámica mixta de 2 centímetros de espesor apoyada en unas viguetas de hormigón realizadas in situ. Puesto que dichas vigas se disponen de forma regular cada 70 centímetros, se ha optado por colocar una base de mortero de cemento de 2 centímetros de espesor.

Para la introducción de sus características en el programa de certificación, se ha considerado el volumen permanente entre la cubierta y el falso techo horizontal; una zona no habitable con un nivel de estanqueidad 4. Dichos valores son introducidos en el programa para una mayor precisión a la hora de certificación.

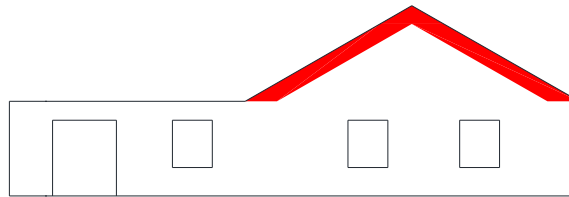


Fig. 8.18 Cubierta tipo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 4'87W/m^2$.

Nombre

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	1,300	1900	1000	
3						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Fig. 8.19 Transmitancia de la cubierta tipo A de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Cubierta tipo B (plana)

Corresponde a la cubierta elaborada en la reforma de 1986, y se compone por una losa de 25 cm de espesor, sobre ella una capa de regularización de mortero de cemento de unos 3 centímetros de espesor y por último un baldosín catalán de 2 cm de espesor; teniendo en total 30 centímetros de espesor.

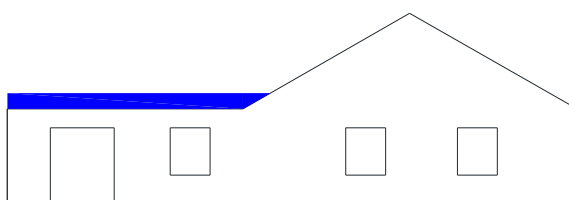


Fig. 8.20 Cubierta tipo B de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 2,90 \text{ W/m}^2$.

Nombre:

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	1,300	1900	1000	
3	FR Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250	1,901	1740	1000	
4						

Grupo Material:

Material:

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: W/(m²K)

Fig. 8.21 Transmitancia de la cubierta tipo B de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

Por lo tanto y a modo de resumen para las transmitancias térmicas de las cubiertas, se podrá expresar conforme a la siguiente tabla expuesta a continuación.

Tabla 8.2 Resumen transmitancia térmica en cubiertas

	U (W/m²K)
Cubierta A	4'87
Cubierta B	2'90

Fuente: Elaboración propia

8.3.3 PAVIMENTOS

Se puede contabilizar un único pavimento que abarca toda la superficie de la vivienda que se apoya en la tierra vegetal; componiéndose de un lecho de grava de 10 cm de espesor, una capa de mortero de nivelación de 3 cm junto con una terminación de terrazo de 3 cm; en total 16 centímetros de espesor total.

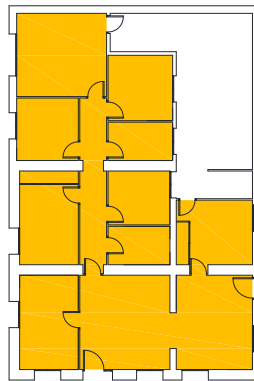


Fig. 8.22 Pavimento tipo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del pavimento; siendo en este caso de: $U = 3'76 \text{ W/m}^2$.

Nombre

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,030	1,300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	1,300	1900	1000	
3	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
4						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

Fig. 8.23 Transmitancia del pavimento tipo A de la envolvente térmica
Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

8.3.4 FALSO TECHO

Se puede contabilizar un único falso techo que abarca toda la superficie de la cubierta inclinada; compuesto por una única placa de yeso o escayola de 2 centímetros de espesor.



Fig. 8.24 Falso techo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo
Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del falso techo; siendo en este caso de: $U = 4'00W/m^2$.

Nombre: Falso Techo A

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
2						

Grupo Material: Yesos

Material: Placa de yeso o escayola 750 < d < 900

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 4,00 W/(m²K)

Fig. 8.25 Transmitancia del pavimento tipo A de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

8.3.5 TABIQUERÍA INTERIOR

Se pueden contabilizar 3 tabiquerías interiores de distinto espesor y con materiales combinados; no pudiendo determinar un único valor de transmitancia térmica para todas. Por lo tanto se tendrán que analizar por separado con sus diferentes espesores y materiales que las forman.

Aunque este punto podría considerarse innecesario dado que estas particiones se encuentran dentro de la envolvente térmica y la temperatura entre un lado y el otro de dicha partición no va a tener variación alguna; se tendrá en cuenta para una mayor exactitud a la hora de la calificación energética; además de ser un ejemplo práctico real.

➤ Tabiquería interior tipo A

Corresponde a la tabiquería elaborada en la reforma de 1986, y se compone por una fábrica de ladrillo cerámico hueco sencillo de 4 centímetros de espesor colocada a media asta, y revestida por ambas caras de una capa de 1'5 centímetros de espesor de yeso maestreado. Posee un espesor total de 7 centímetros.

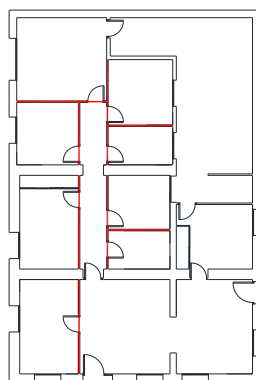


Fig. 8.26 Tabiquería tipo A de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica de la tabiquería interior siendo en este caso de: $U = 2'78W/m^2$.

Nombre: Tabiquería A

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
2	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Yesos

Material: Yeso dureza media 600 < d < 900

Espeor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 2,78 W/(m²K)

Fig. 8.27 Transmitancia de tabiquería tipo A de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Tabiquería interior tipo B

Corresponde a la tabiquería original elaborada por un muro de mampostería; siendo su espesor total de 50 centímetros de los cuales 47 para el propio muro en sí, y 1'5 para los revestimientos en ambas caras.

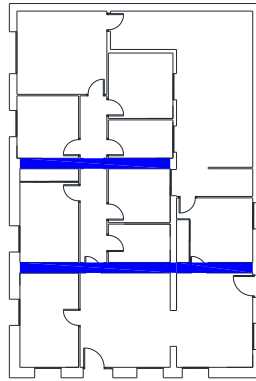


Fig. 8.28 Tabiquería tipo B de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica de la tabiquería interior; siendo en este caso de: $U = 1'65 W/m^2$.

Nombre: Tabiquería B

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,470	1,400	1895	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Yesos

Material: Yeso dureza media 600 < d < 900

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 1,65 W/(m²K)

Fig. 8.29 Transmitancia de tabiquería tipo B de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Tabiquería interior tipo C

Corresponde a la medianera original elaborada por un muro de mampostería; siendo su espesor total de 30 centímetros de los cuales 27 para el propio muro en sí, y 1'5 para los revestimientos en ambas caras.

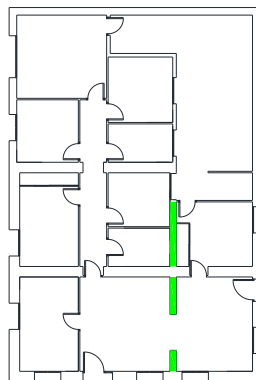


Fig. 8.30 Tabiquería tipo C de la envolvente térmica de la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica de la tabiquería interior; siendo en este caso de: $U = 2'16W/m^2$.

Nombre: Tabiquería C

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,270	1,400	1895	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material: Yesos

Material: Yeso dureza media 600 < d < 900

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 2,16 W/(m²K)

Fig. 8.31 Transmitancia de tabiquería tipo C de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

Por lo tanto y a modo de resumen para las transmitancias térmicas de las tabiquerías interiores, se podrá expresar conforme a la siguiente tabla expuesta a continuación.

Tabla 8.3 Resumen transmitancia térmica en tabiquería interior

	U (W/m ² K)
Tabiquería interior A	2'78
Tabiquería interior B	1'65
Tabiquería interior C	2'16

Fuente: Elaboración propia

8.3.6 HUECOS. CARPINTERÍA EXTERIOR

Como se ha explicado anteriormente, la carpintería exterior fue sustituida por parte de AENA mejorando por tanto resistencia acústica como térmica. En este ejemplo de vivienda real, los huecos para las ventanas poseen las mismas dimensiones en toda la envolvente, cambiando únicamente las puertas de acceso a la vivienda junto con la del garaje/trastero.

➤ Huecos tipo A

Corresponde a las ventanas de la carpintería de madera que, actualmente, los vidrios que posee son 4+8+6 además de poseer una carpintería de madera de densidad media/alta. La superficie total del hueco es de 1'5625m², siendo 1'1025m² correspondientes a vidrio y 0'46m² a marco. El porcentaje destinado a marco es de 29'44%.

➤ Huecos tipo B

Corresponde a las puertas de paso de la carpintería exterior de madera que también poseen vidrio pero a menor escala; además de poder ocultar el vidrio desde el interior con unas contraventanas de madera.

➤ Huecos tipo C

Corresponde a la puerta de acceso al garaje/trastero que está formada por una chapa de acero galvanizado opaca en toda su totalidad. El marco o carril no posee en ningún caso rotura de puente térmico.

En resumen, las transmitancias térmicas de cada paramento que forma parte de la envolvente térmica se pueden resumir en la siguiente tabla.

Tabla 8.4 Cuadro resumen transmitancia térmica de la envolvente

	U (W/m ² K)
Fachada A	1'76
Fachada B	0'63
Fachada C	1'19
Fachada D	2'53
Fachada E	2'78
Cubierta A	4'87
Cubierta B	2'90
Pavimento	3'76
Falso Techo	4'00
Tabiquería interior A	2'78
Tabiquería interior B	1'65
Tabiquería interior C	2'16

Fuente: Elaboración propia

8.3.7 PUENTES TÉRMICOS

Los posibles puentes térmicos que tenga la vivienda ejemplo no serán tratados en el presente apartado dado que no se sabe con exactitud si existen y sobre todo, donde se encuentran. Por lo tanto, se estimaran los valores por defecto que ofrece el programa HULC.

9 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA SIN INTERVENCIÓN

9.1 PROCESO DE REALIZACIÓN

En el presente capítulo se modelarán e introducirán, en el programa HULC; todos los volúmenes de la vivienda, aplicando las características de transmitancia térmica definidas anteriormente, además de dimensionar y caracterizar el equipo de generación de ACS.

Inicialmente se dibujarán en el programa AutoCad todas las áreas que forman las estancias de la vivienda en forma de “polilínea”; y se importarán al programa HULC. A continuación, se definirán los volúmenes de las estancias otorgando una altura determinada; que en esta vivienda ejemplo es de 3 metros.

El siguiente paso consistirá en especificar, en el programa, que tipo de cerramiento es cada uno de los que forman la envolvente térmica además de la tabiquería interior y falsos techos. Se ubican las ventanas y se aplica el mismo procedimiento anteriormente mencionado.

Por último, se crean las sombras que inciden en la vivienda además de otorgar un sistema mínimo de contribución de ACS; que en este ejemplo corresponde a una caldera convencional impulsada por Gas Natural.

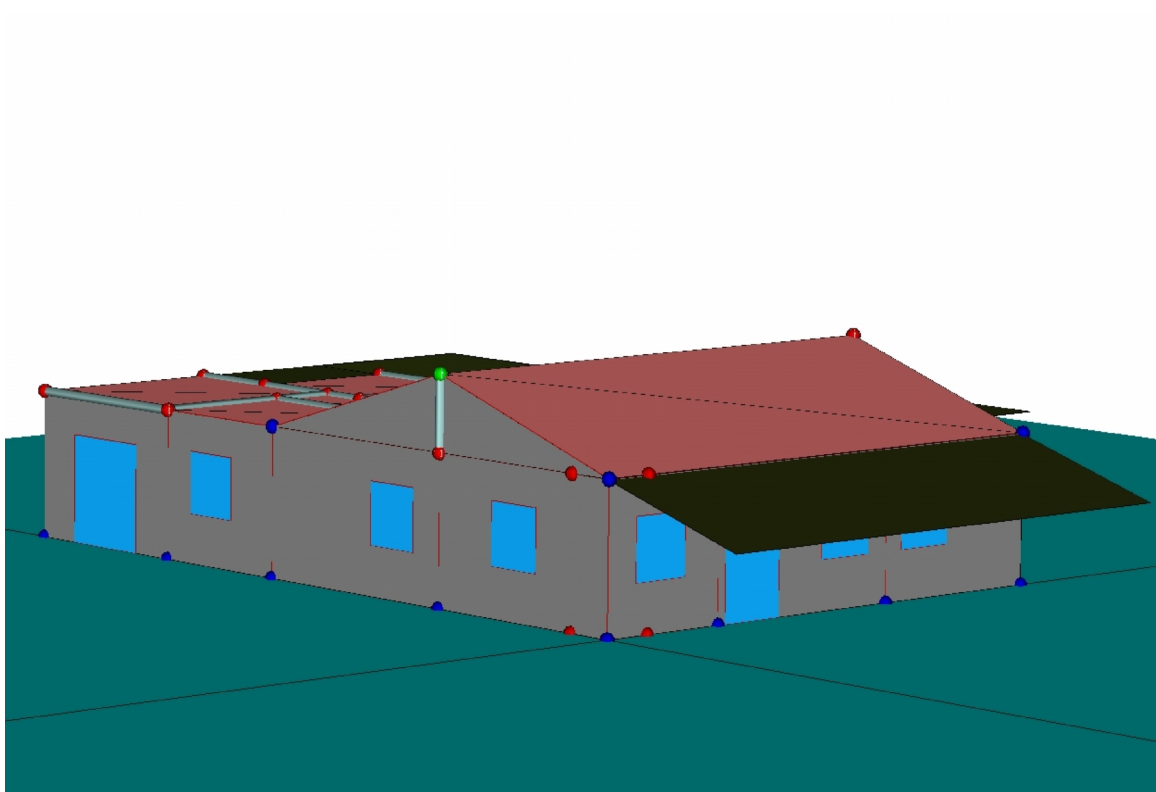


Fig. 9.1 Fachada Sur y Oeste de la vivienda ejemplo.

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

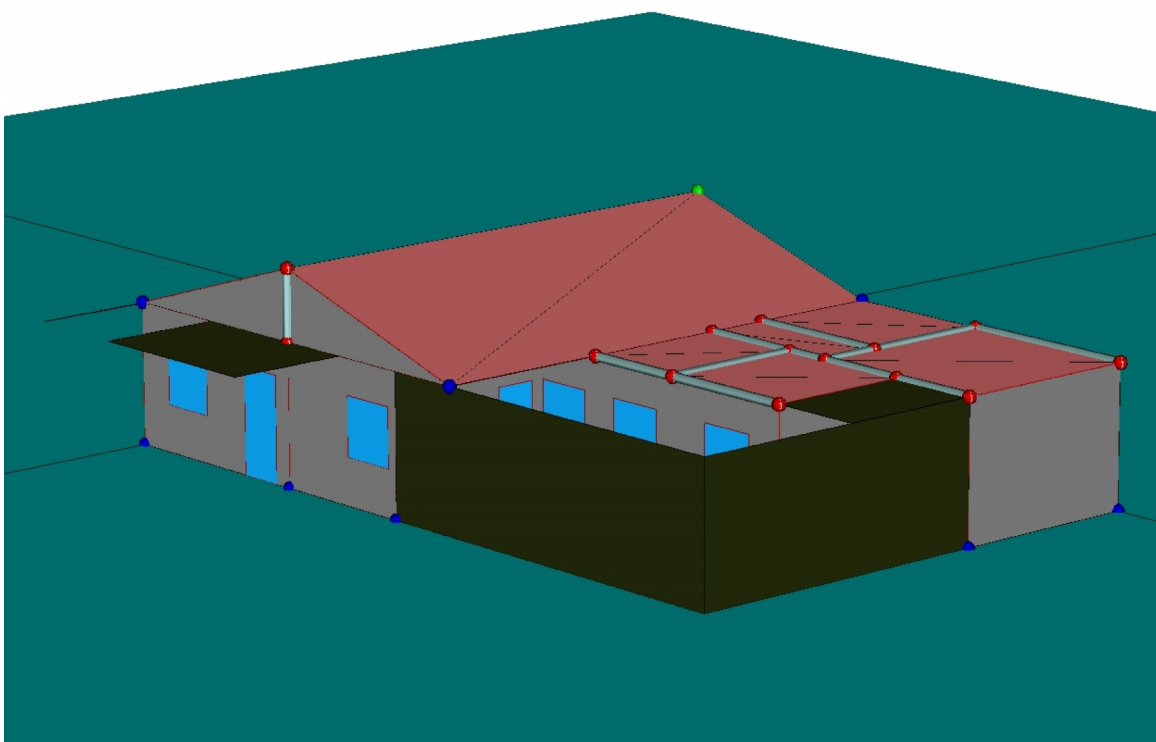


Fig. 9.2 Fachada Norte y Este de la vivienda ejemplo.

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

9.2 CALIFICACIÓN OBTENIDA SIN INTERVENCIÓN

Una vez realizados todas las operaciones, se obtendrá una certificación de calificación energética; siendo la que se muestra a continuación.

Resultados de demandas, consumos y emisiones

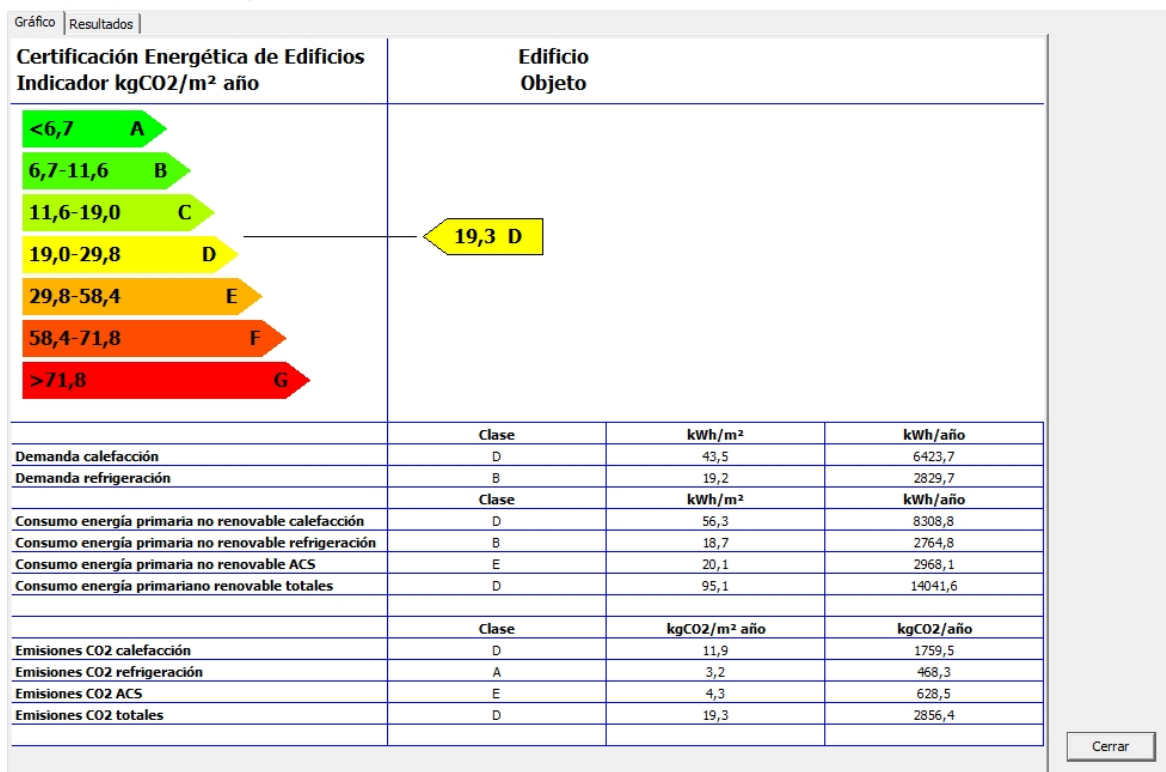


Fig. 9.3 Certificación de calificación energética de la vivienda sin intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

La demanda de calefacción es de 43'5 kWh/m² mientras que la de refrigeración es de 19'2 kWh/m².

Estos resultados, a priori, demuestran que en calefacción se pierde mucha energía térmica provocada por la gran transmitancia de los cerramientos que componen la envolvente térmica. Por otro lado y en refrigeración; los resultados son normales y quizás se podrían considerar un poco altos. Este valor es causado por la gran cantidad de elementos de sombra que se sitúan sobre la envolvente; impidiendo así la entrada de radiación solar al interior de la estancias en verano; y al mismo modo en invierno cuando la demanda es mayor.

9.3 ANALIZAR RESULTADOS OBTENIDOS

Cabe destacar que los resultados obtenidos en el programa HULC corresponden a un edificio (o vivienda) existente sin intervención; por lo que solo se podrá obtener la certificación energética.

Así pues, y tras obtener dicho valor, es recomendable saber qué área, equipo o elemento constructivo provoca ese gran valor de demanda de calefacción. Para ello, y ante la inexistencia por parte del programa de facilitar dichos datos; existe una herramienta elaborada por el autor Oscar Redondo (una hoja de Excel), en la cual se introducen los datos obtenidos por el programa y otorga una serie de resultados de los que se podrán sacar conclusión para elaborar una propuesta de intervención.

Tras insertar los datos obtenidos, se genera los siguientes gráficos.

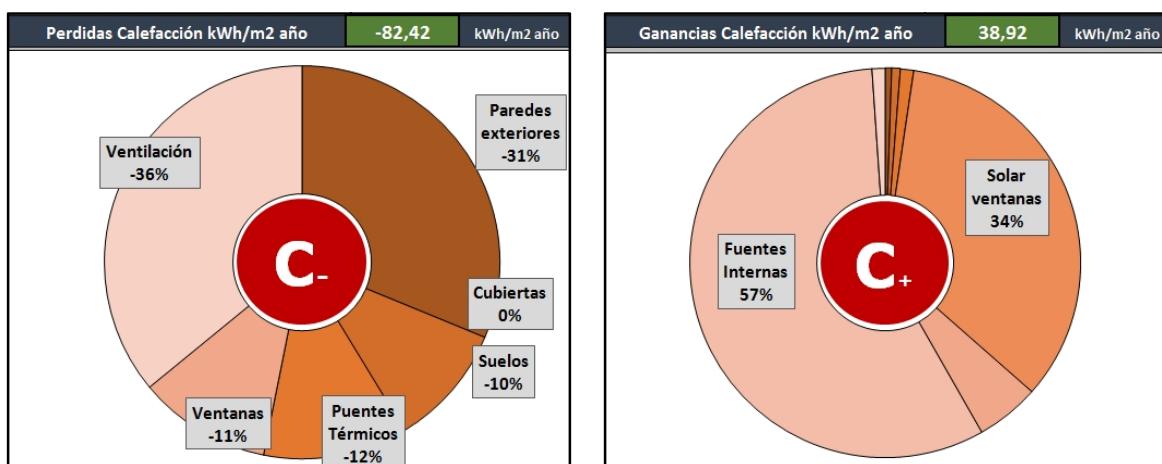


Fig. 9.4 Pérdidas y ganancias de calefacción en la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia a partir de (O. Redondo Rivera, 2016)

Como se puede observar; las pérdidas y ganancias determinan en conjunto la demanda de calefacción total de la vivienda. En el gráfico de pérdidas, la mayor parte se produce por la ventilación con un 36% del total, además de las paredes exteriores con un 31%. En el gráfico de ganancias, las fuentes internas representan la mayor aportación con un 57%.

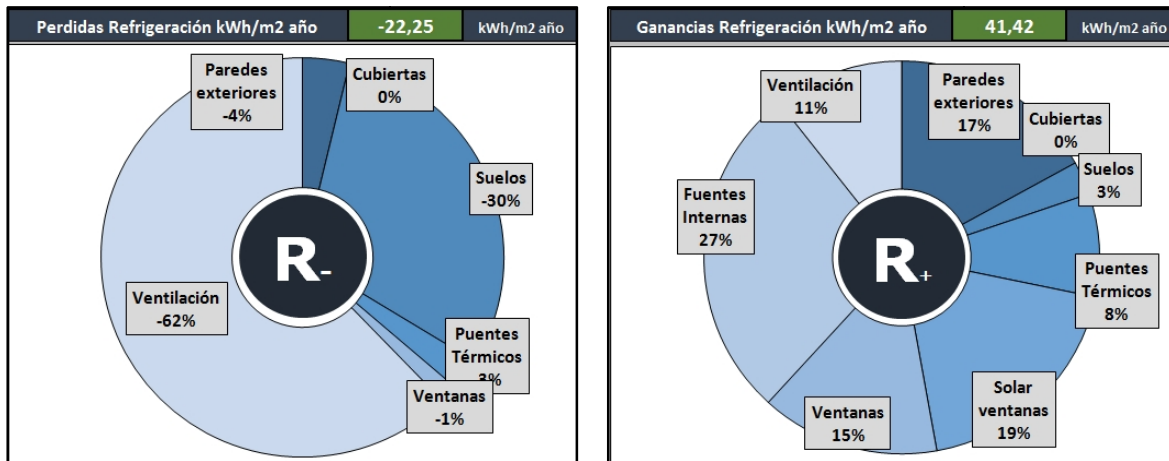


Fig. 9.5 Pérdidas y ganancias de refrigeración en la vivienda ejemplo

Fuente: Elaboración propia a partir de (O. Redondo Rivera, 2016)

Por otro lado, en refrigeración; se puede observar que las pérdidas se encuentran mayoritariamente en ventilación con un 62%, seguido de suelos con un 30%. En ganancias el más representativo son las fuentes internas con el 27%.

Estos resultados apuntan claramente a una pérdida de energía térmica por parte de la ventilación en primer lugar; y un claro signo de deficiencia térmica en los cerramientos de la envolvente térmica en segundo lugar; por lo que la propuesta de actuación se basara en subsanar mayoritariamente dichas deficiencias referentes a las pérdidas energéticas reflejadas en los graficos.

10 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

10.1 CONDICIONANTES PREVIOS

En primer lugar y antes de proponer los ejemplos de actuación; cabe mencionar que al ser una vivienda típica del *camp d'Elx*; se desea conservar su tipología constructiva; manteniendo por tanto la cubierta como el acabado de los cerramientos exteriores. Por tanto, los ejemplos de actuación se efectuaran en el interior de la vivienda.

10.2 EJEMPLOS DE ACTUACIÓN EN LA ENVOLVETE TÉRMICA

10.2.1 FACHADAS

En el presente apartado se modificaran los elementos que forman parte de la envolvente térmica correspondientes a las fachadas, actuando por el interior como se ha mencionado anteriormente en condicionantes.

➤ Fachada tipo A.2

Está compuesta, originalmente de exterior a interior, por un revestimiento de mortero de cemento de 3'5 centímetros de espesor; un muro de mampostería de 45 cm de espesor y 1'5 cm de yeso maestreado. La propuesta consistirá en retirar el yeso y ejecutar un trasdosado interior sobre perfiles metálicos. Para ello, se colocara un aislamiento térmico de lana mineral de 8'5 cm de espesor, y como terminación placa de yeso laminado de 1'5 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 58'5 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0'34W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 1'76W/m^2$.

Nombre: Fachada A_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,450	1,400	1895	1000	
3	Lana Mineral Fachadas 85mm					2,400
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000

Espesor (m): 0,020

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,34 W/(m²K)




Fig. 10.1 Transmitancia de fachada tipo A.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo B.2

Está compuesta, originalmente de exterior a interior, por un revestimiento de mortero de cemento de 3'5 centímetros de espesor; dos fábrica de bloques de hormigón perforados colocados a media asta, separados entre sí por una cámara de aire sin ventilación de 2 cm de espesor y una terminación interior de 1'5 cm de yeso maestreado. La propuesta consistirá en retirar el yeso junto con la fábrica interior y ejecutar un trasdosado interior sobre perfiles metálicos. Para ello, se colocara un aislamiento térmico de lana mineral de 8'5 cm de espesor, y como terminación placa de yeso laminado de 1'5 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 24'5 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0'31 W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 0'63 W/m^2$.

Nombre: Fachada B_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
3	Lana Mineral Fachadas 85mm					2,400
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 200

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,31 W/(m²K)




Fig. 10.2 Transmitancia de fachada tipo B.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo C.2

Está compuesta, originalmente de exterior a interior, por un revestimiento de mortero de cemento de 3'5 centímetros de espesor; una fábrica de bloques de hormigón perforado colocado a media asta y una terminación interior de 1'5 cm de yeso maestreado. La propuesta consistirá en retirar el yeso y ejecutar un trasdosado interior sobre perfiles metálicos. Para ello, se colocara un aislamiento térmico de lana mineral de 8'5 cm de espesor, y como terminación placa de yeso laminado de 1'5 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 24'5 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0'31 W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 1'19 W/m^2$.

Nombre: Fachada C_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
3	Lana Mineral Fachadas 85mm					2,400
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 200

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,31 W/(m²K)




Fig. 10.3 Transmitancia de fachada tipo C.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ **Fachada tipo D.2**

Está compuesta, originalmente de exterior a interior, por un revestimiento de mortero de cemento de 3'5 centímetros de espesor; 25 cm del muro de mampostería y una terminación interior de 1'5 cm de yeso maestreado. La propuesta consistirá en retirar el yeso y ejecutar un trasdosado interior sobre perfiles metálicos. Para ello, se colocará un aislamiento térmico de lana mineral de 8'5 cm de espesor, y como terminación placa de yeso laminado de 1'5 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 38'5 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0'35 W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 2'35 W/m^2$.

Nombre: Fachada D_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,250	1,400	1895	1000	
3	Lana Mineral Fachadas 85mm					2,400
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,35 W/(m²K)




Fig. 10.4 Transmitancia de fachada tipo D.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

➤ Fachada tipo E.2

Está compuesta, originalmente de exterior a interior, por un revestimiento de 1'5 cm de espesor de yeso maestreado, una fábrica de ladrillo cerámico hueco sencillo de 4 cm; y una terminación interior de 1'5 cm de yeso maestreado. La propuesta consistirá en demoler en total su totalidad el cerramiento exterior y construir uno nuevo compuesto, de exterior a interior, por un revestimiento de mortero de cemento de 3'5 centímetros de espesor; una fábrica de bloques de hormigón perforado colocado a media asta; un aislamiento térmico de lana mineral de 8'5 cm de espesor, y como terminación placa de yeso laminado de 1'5 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 24'5 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del cerramiento exterior; siendo en este caso de: $U = 0'31 W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 2'78 W/m^2$.

Nombre: Fachada E_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,035	1,300	1900	1000	
2	BH perforado con áridos ligeros 110 mm	0,110	0,186	1095	1000	
3	Lana Mineral Fachadas 85mm					2,400
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 200

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,31 W/(m²K)

Fig. 10.5 Transmitancia de fachada tipo E.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

10.2.2 CUBIERTAS

En el presente apartado se modificaran los elementos que forman parte de la envolvente térmica correspondientes a las cubiertas, actuando por el interior como se ha mencionado anteriormente en condicionantes.

➤ Cubierta tipo A (inclinada)

Corresponde a la cubierta original inclinada y se encuentra dentro de los cerramientos de la envolvente térmica que definen a la vivienda de su tipología historia; por lo tanto y añadiendo el condicionante anteriormente expuesto, no se actuara sobre el cerramiento.

Por lo tanto, seguirá manteniendo la transmitancia térmica; siendo en este caso de: $U = 4'87W/m^2$.

➤ Cubierta tipo B (plana)

Está compuesta, originalmente de interior a exterior, por una losa de 25 cm de espesor, sobre ella una capa de regularización de mortero de cemento de unos 3 centímetros de espesor y por ultimo un baldosín catalán de 2 cm de espesor. La propuesta consistirá en retirar y reponer posteriormente el baldosín catalán; y sobre la regularización colocar un aislamiento térmico tipo XPS de 6 cm de espesor; ejecutar una solera de regularización de 5 cm de espesor, y como terminación se colocara un baldosín catalán similar al existente. Además se ejecutara una terminación interior de 1'5 cm de yeso maestreado En total tendrá un espesor de 42'5 centímetros

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica de la cubierta plana; siendo en este caso de: $U = 0'46 W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 2'90 W/m^2$.

Nombre:

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,050	1,300	1900	1000	
3	XPS Cubierta Plana 60mm					1,750
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	1,300	1900	1000	
5	FR Entrevigado de hormiÓN -Canto 250 mm	0,250	1,901	1740	1000	
6	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,015	0,300	750	1000	
7						

Grupo Material:

Material: Espesor (m):

U: W/(m²K)

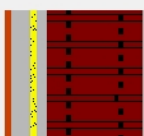


Fig. 10.6 Transmitancia de cubierta tipo B.2 de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

10.2.3 PAVIMENTOS

Está compuesto, originalmente de exterior a interior y apoyado en tierra vegetal, por un lecho de grava de 10 cm de espesor, una capa de mortero de nivelación de 3 cm junto con una terminación de terrazo de 3 cm. La propuesta consistirá en retirar y reservar la terminación de terrazo, y demoler en su totalidad tanto la capa de nivelación como la de grava; además de profundizar un poco más en la tierra vegetal para no perder la altura libre que existe en el interior. Una vez retirada una parte de tierra vegetal, se volverá a colocar el lecho de grava, junto con una capa de mortero de nivelación de 3 cm de espesor y sobre esta se colocara un aislamiento térmico tipo XPS de 6 cm de espesor. Sobre el aislamiento se colocara una capa de compresión a base de mortero de 10 cm y como terminación se volverá a colocar el terrazo de 3 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 32 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del pavimento; siendo en este caso de: $U = 0'47W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 3'76W/m^2$.

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,030	1,300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	1,300	1900	1000	
3	XPS Pavimento 60mm					1,800
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	1,300	1900	1000	
5	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
6						

Grupo Material

Material

U W/(m²K)




Fig. 10.7 Transmitancia de pavimento de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

10.2.4 FALSO TECHO

Está compuesto, originalmente de una única placa de yeso o escayola de 2 centímetros de espesor. La propuesta consistirá en colocar sobre dicha placa de escayola que forma el falso techo una serie de rastreles metálicos autoportantes apoyados en los muros de mampostería laterales y transversales; para poder albergar el aislamiento térmico tipo lana mineral de 10 cm de espesor. En total tendrá un espesor de 12 centímetros.

Introduciendo los datos en el programa, se obtiene la transmitancia térmica del pavimento; siendo en este caso de: $U = 0'32W/m^2$.

Anteriormente poseía una $U = 4'00W/m^2$.

Nombre: Falso Techo A_2

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Lana Mineral Falso Techo 100mm					2,850
2	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
3						

Grupo Material: Mis Aislamientos

Material: Lana Mineral Falso Techo 100mm

Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 0,32 W/(m²K)

Fig. 10.8 Transmitancia del falso techo de la envolvente térmica

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

10.2.5 TABIQUERÍA INTERIOR

La tabiquería interior, al encontrarse dentro de la envolvente térmica, no afecta en ningún momento a la retención de energía térmica entre el interior y exterior de la vivienda; por lo tanto no se propondrá ningún ejemplo de actuación.

10.2.6 HUECOS. CARPINTERÍA EXTERIOR

Al instalarse unas carpinterías acordes tanto para aislamiento térmico como acústico, no se considera necesario el tener que cambiar sus características para disminuir la transmitancia térmica en la envolvente.

10.2.7 PUENTES TÉRMICOS

Los posibles puentes térmicos generados en la construcción de la vivienda; serán calculados al ejecutar unos nuevos cerramientos con aislamiento térmico; por lo que serán criterio de actuación en el presente apartado.

Así pues, en la siguiente tabla se reflejan las variaciones de la transmitancia térmica de los elementos que componen la envolvente.

Tabla 10.1 Cuadro comparativo de transmitancia térmica de la envolvente

	Sin intervención. U (W/m ² K)	Con intervención. U (W/m ² K)
Fachada A	1'76	0'34
Fachada B	0'63	0'31
Fachada C	1'19	0'31
Fachada D	2'53	0'35
Fachada E	2'78	0'31
Cubierta A	4'87	4'87
Cubierta B	2'90	0'46
Pavimento	3'76	0'47
Falso Techo	4'00	0'32
Tabiquería interior A	2'78	2'78
Tabiquería interior B	1'65	1'65
Tabiquería interior C	2'16	2'16

Fuente: Elaboración propia

10.3 CALCULO DE VENTILACIÓN

Al tratarse de una intervención importante, el CTE obliga a cumplir con el DB HE 1, correspondiente a la limitación de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

Así pues, y observando los resultados obtenidos en la tabla Excel; existe un gran porcentaje de pérdidas energéticas; mayoritariamente en calefacción; que se corresponde a la ventilación; por lo tanto, se propondrá una propuesta de actuación que consistirá en instalar un recuperador de calor

Para ello se tendrá que calcular el caudal de ventilación para, posteriormente, poder aplicar un porcentaje al recuperador de calor; y así obtener el otro porcentaje que corresponde a la demanda de calefacción y/o refrigeración que se necesitara suministrar.

El valor de ventilación expresado en litros por segundo, viene reflejado en una tabla del actual CTE, el cual se expone a continuación.

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Fig. 10.9 Caudales de ventilación mínimos exigidos

Fuente: (España. Ministerio de Fomento, 2009, p. HS3-2)

➤ Caudales de admisión en dormitorios, salas de estar y comedores:

Dormitorios: Existen 4 dormitorios, dos dobles y dos sencillos (estimando la sala de estudio como dormitorio), por lo que se consideran que existen 2 ocupantes en cada dormitorio doble y otros 2 por cada sencillo (6 en total); por lo que:

$$Q_v = 5\text{l/s} \times 6 \text{ personas} = 30\text{l/s}$$

Salas de estar y comedores: Existen como tal un único salón (sala de estar) y un único comedor; por lo que se estiman 2 salas de estar y comedores; por lo que:

$$Q_v = 2 \text{ salas} \times (3\text{l/s} \times 6 \text{ personas}) = 36\text{l/s}$$

Por lo tanto el caudal total de admisión será de:

$$Q_{va} = 30\text{l/s} + 36\text{l/s} = 66\text{l/s}$$

➤ **Caudales de extracción en aseos, cuartos de baño, cocinas, trasteros y aparcamientos:**

Aseos y cuartos de baño: Existen 2 cuartos de baño (locales), por lo que:

$$Q_v = 2 \text{ locales} \times 15\text{l/s} = 30\text{l/s}$$

Cocinas: Existe una cocina y posee una superficie útil estimada en unos 11 m^2 , además de una galería (lavadero); pero se encuentra al exterior de la envolvente térmica, por lo que no se tiene en cuenta para este cálculo.

$$Q_v = 11 \text{ m}^2 \times 2\text{l/s} = 22\text{l/s}$$

Trasteros y aparcamientos: Existe 2 trasteros interiores que en ningún caso van a servir como un aparcamiento o garaje para vehículos a motor; teniendo una superficie útil estimada de unos $22'5 \text{ m}^2$, por lo que:

$$Q_v = 22'5 \text{ m}^2 \times 0'7\text{l/s} = 15'75 \approx 16 \text{ l/s}$$

Por lo tanto el caudal total de extracción será de:

$$Q_{ve} = 30\text{l/s} + 22\text{l/s} + 16\text{l/s} = 68\text{l/s}$$

Tal y como muestran los cálculos, el caudal de extracción es mayor al caudal de admisión, por lo que se debe tomar como caudal de ventilación de la vivienda el mayor de ambos; siendo en este caso el de extracción con un valor de 68 l/s.

10.4 ELECCIÓN DE EQUIPOS DE ACS Y CALEFACCIÓN

Para el ACS y calefacción se ha escogido una caldera de biomasa con un combustible tipo densificada (palets); de la marca “Domusa Teknik” y su modelo HM-16; con una potencia nominal de 15’6 kW; y un rendimiento de 93’5% (Domusa Teknik, 2016).

Además, para distribuir dicha calefacción por las estancias interiores se ha escogido un radiador de la marca “Junkers” y su modelo ELAFLU ERO de diversos elementos (4, 6, 8, 10 y 12) con una potencia útil de 500, 750, 1000, 1250 y 1500 kW respectivamente (Junkers, 2017a).

10.5 CALCULO DE LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

No se prevé ningún sistema de refrigeración en el presente ejemplo; ya que como se ha podido observar en los gráficos proporcionados anteriormente, la demanda de refrigeración es baja respecto a la de calefacción. Además se estima que en verano, y gracias a la inercia térmica que posee la envolvente junto con una refrigeración nocturna, son motivos suficientes para evitar la implementación de cualquier tipo de instalación de refrigeración.

Añadir a lo anterior que la baja demanda de refrigeración es ayudada, entre otros motivos, por la incorporación de sombras fijas alrededor de la envolvente térmica.

11 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA CON INTERVENCIÓN

11.1 PROCESO DE REALIZACIÓN

Para la realización del presente apartado, se han sustituido los cerramientos originales por los que se han propuesto para el ejemplo de actuación; excepto las particiones interiores, carpintería exterior y cubierta inclinada.

Además, se ha instalado un recuperador de calor, proporcionándole al programa HULC, en su pestaña de “ventilación del edificio residencial” un valor de 6’8.

Este valor viene dado en primer lugar por el caudal de ventilación necesario calculado en el apartado anterior; siendo de 68 l/s. Como el recuperador instalado posee un rendimiento del 90% (Salvador Escoda S.A., 2016, p. 45); solo renovara el aire (refiriéndose al aire con energía térmica) en un 10%. Por lo que el 10% de 68 l/s es 6’8 l/s.

Por otro lado y haciendo referencia a los radiadores, existe un pequeño cálculo de necesidades recomendado por la marca comercial “Junkers”, el cual el presente trabajo ha elaborado. Consiste en ubicar la vivienda o edificio en el grafico que exponen para obtener una zona climática; que en este caso es la zona 2.

Cálculo de necesidades

Para calentar una vivienda con los emisores térmicos se puede recurrir a la siguiente tabla para un cálculo rápido y aproximado, y considerar el siguiente procedimiento:

1) **Elegir la zona climática donde vamos a realizar la instalación.**

2) **Buscar el correspondiente valor en W/m² en función de:**

- ▶ El tipo de aislamiento de la vivienda (con o sin aislamiento).
- ▶ Número de fachadas al exterior de la estancia (una o dos).
- ▶ Situación de la vivienda (en núcleo urbano o aislada).
- ▶ Situación de la estancia a calentar en función del edificio. (primera planta, planta intermedia o última planta).

3) **Obtener la potencia adecuada de los emisores Junkers.**

Para ello, sólo tiene que multiplicar el coeficiente que aparece en la tabla por los metros cuadrados a calentar.



Zona 1	Clima cálido	Zona 2	Clima suave	Zona 3	Clima frío	Zona 4	Clima muy frío	Zona 5	Clima extra frío
--------	--------------	--------	-------------	--------	------------	--------	----------------	--------	------------------

Fig. 11.1 Zona climática expuesta por Junkers

Fuente: (Junkers, 2017b, p. 7)

A continuación, expone una tabla con diversos valores de los cuales hay que introducirse teniendo en cuenta la zona que se ha obtenido anteriormente, si la fachada tiene aislamiento o no, si es una vivienda aislada o urbana y si se encuentra entre plantas, primera planta o última planta.

AISLAMIENTO	SIN AISLAMIENTO								CON AISLAMIENTO							
N° DE FACHADAS EXTERIORES	UNA FACHADA				DOS FACHADAS				UNA FACHADA				DOS FACHADAS			
Vivienda aislada		Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta
Vivienda urbana	Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta		Entre plantas	Primera planta	Última planta	
Zona 1 (W/m ²)	54	67	81	90	70	82	95	103	44	50	56	61	54	59	64	70
Zona 2 (W/m ²)	60	74	90	100	78	91	106	115	49	56	62	68	60	66	71	78
Zona 3 (W/m ²)	69	87	105	116	90	100	123	131	56	65	72	79	68	75	82	89
Zona 4 (W/m ²)	79	99	121	131	102	119	140	149	64	74	82	90	77	85	92	101
Zona 5 (W/m ²)	82	103	126	137	106	121	146	155	67	78	86	94	81	92	96	108

Fig. 11.2 Cálculo del tipo de radiador expuesto por Junkers

Fuente: (Junkers, 2017b, p. 7)

Nota: Se ha escogido intencionadamente un valor perteneciente a un número de fachadas igual a dos, ya que se ha sobredimensionado la instalación.

Así pues, se necesitarán 71 W/m² en cada estancia para dimensionar los radiadores. Por lo tanto, se adjunta a continuación la siguiente tabla con la elección de los radiadores obtenidos.

Tabla 11.1 Dimensionado de los radiadores en base a Junkers

Espacio a calentar	Superficie Útil (m ²)	W necesarios	Tipo de radiador (W)
Estudio	13	923	1000
Salón	21	1491	1500
Comedor	18	1278	1250
Cocina	12'5	888	1000
Baño 1	9	639	750
Baño 2	7	497	500
Habitación Sencilla 1	9	639	750
Habitación Sencilla 2	9	639	750
Habitación Doble	14	994	1000

Fuente: Elaboración propia

11.2 CALIFICACIÓN OBTENIDA CON INTERVENCIÓN

Una vez realizados todas las operaciones, se obtendrá una certificación de calificación energética; siendo la que se muestra a continuación.

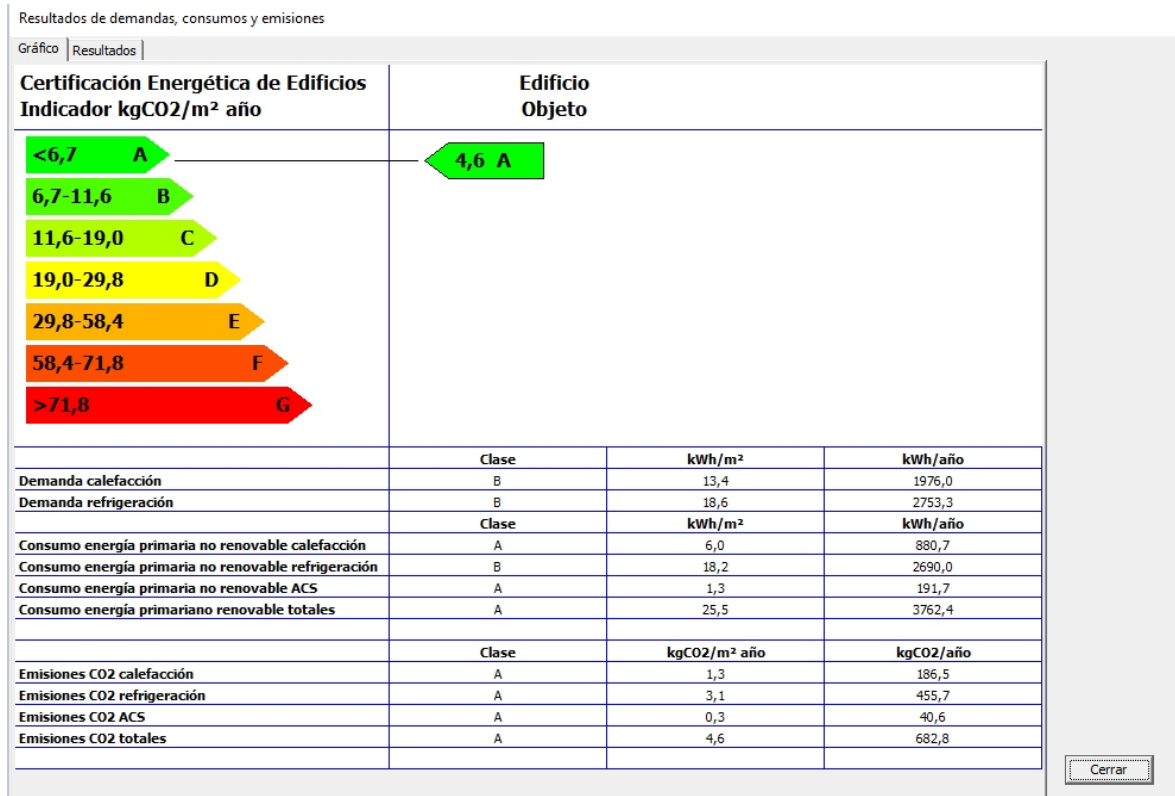


Fig. 11.3 Certificación de calificación energética de la vivienda con intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de (España. Ministerio de Fomento, 2017)

La demanda de calefacción es de 13'4 kWh/m² mientras que la de refrigeración es de 18'6 kWh/m².

11.3 ANALIZAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Cabe destacar que los resultados obtenidos en el programa HULC con la propuesta de actuación aplicada; corresponden a un edificio (o vivienda) existente con intervención importante; por lo que se debe cumplir el DB HE1 y obtener posteriormente la certificación energética.

De igual modo que se ha realizado el anterior apartado de análisis de los resultados obtenidos, se adjuntan los siguientes gráficos tras introducir la propuesta.

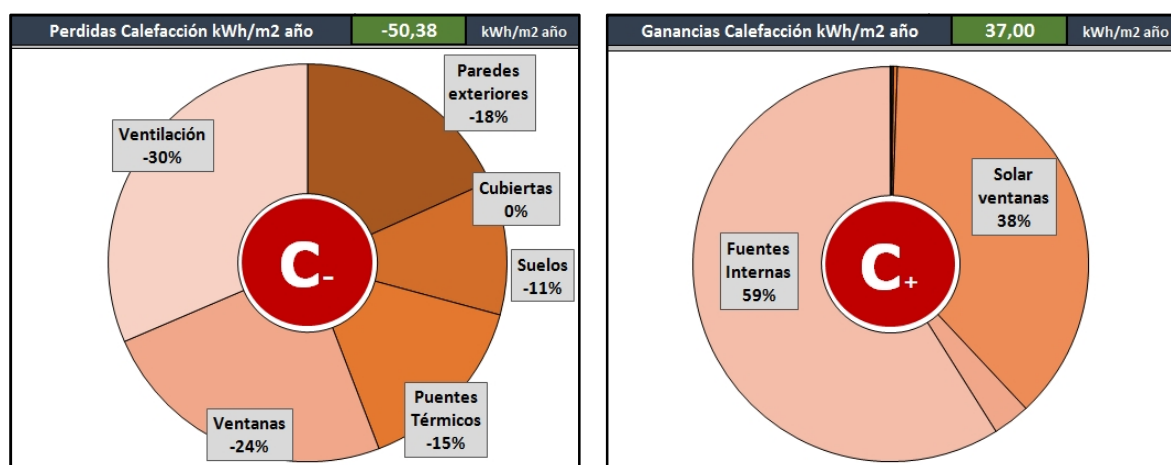


Fig. 11.4 Pérdidas y ganancias de calefacción en la vivienda ejemplo con intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de (O. Redondo Rivera, 2016)

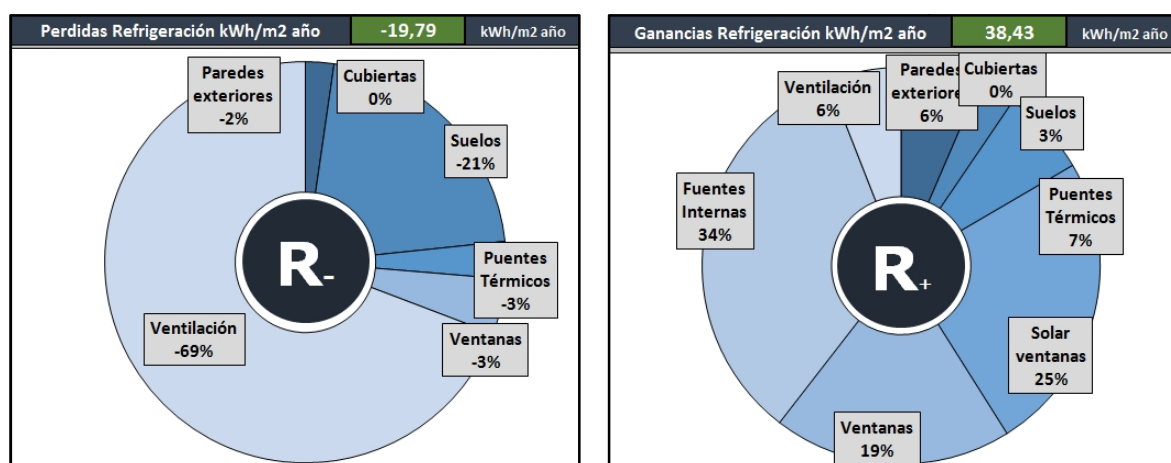


Fig. 11.5 Pérdidas y ganancias de refrigeración en la vivienda ejemplo con intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de (O. Redondo Rivera, 2016)

Antes de valorar el análisis de los resultados, es conveniente especificar algunos términos para obtener una mayor comprensión de la visualización de resultados. Para ello, se compararan tanto las pérdidas como las ganancias de calefacción y refrigeración, antes y después de la intervención; que se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 11.2 Comparativo de los resultados sin y con intervención

SIN INTERVENCIÓN			CON INTERVENCIÓN	
Perdidas	Ganancias		Perdidas	Ganancias
-82'42	38'92	Calefacción	-50'38	37'00
-22'25	41'42	Refrigeración	-19'79	38'43
-43'50		Calefacción	-13'38	
19'16		Refrigeración	18'64	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valores expresados en kWh/m² año

Como se puede observar, la pérdida o ganancia en calefacción de la vivienda sin intervención es de -43'50 kWh/m² año. Gracias a la propuesta de actuación, se han obtenido unas pérdidas de -13'38 kWh/m² año; mejorando por tanto en un 69'24% la acumulación de calor en el interior de la vivienda.

Por otro lado, la ganancia de refrigeración de la vivienda sin intervención es de 19'16 kWh/m² año. Con la propuesta de actuación, se ha obtenido una ganancia de 18'64 kWh/m² año; empeorando por tanto en un -2'71% la salida o difusión al exterior del calor acumulado en el interior de la vivienda.

Haciendo referencia al último valor obtenido de la refrigeración; cabe destacar que se obtiene un resultado negativo causante de la instalación de aislamiento térmico en el interior; ya que dicho aislamiento dificulta la salida de calor del interior al exterior; por lo que se puede deducir que funciona aceptablemente bien en invierno pero en verano, y ante la necesidad de expulsar calor acumulado del interior; es dificultado por dicha elección de material. No obstante, el porcentaje negativo se puede considerar insignificante comparado con la gran capacidad de almacenamiento de energía térmica en calefacción obtenida tras la supuesta rehabilitación energética.

Así pues, los gráficos mostrados tanto en el presente punto como del anterior referente a las pérdidas y ganancias sin y con actuación; corresponden a valores absolutos del cálculo que realiza el programa. Siendo, por ejemplo, un 36% de pérdidas en calefacción sin rehabilitación el obtenido correspondiente al valor $-82'42 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$.

11.3.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS RECHAZADAS EN LA PROPUESTA

La justificación de las rechazadas estrategias expuestas durante todo el presente trabajo y que no han sido escogidas para la propuesta de actuación; se basan en varios condicionantes como la situación actual de la vivienda y su tipología constructiva.

En primer lugar, no se han propuesto ejemplos de mejora que se realizan por el exterior y entre medias de las fachadas; ya que se deseaba conservar la tipología constructiva de los muros de mampostería. Una actuación entre medias no sería posible ya que la composición principal de las fachadas consta de muros de mampostería de 45 cm de espesor; por lo que dicha actuación sería ilógica; además de poseer un muro con tan grandes dimensiones aumentara el valor de la inercia térmica acumulando la radiación solar y aportando mas calefacción; por lo que se disminuirá la demanda. De igual modo, los muros Trombe o de agua quedan descartados.

Además sucede lo mismo para la cubierta inclinada, que se deseaba conservar su tipología típica compuesta por “tejas alicantinas” mixtas, por lo que cubiertas de agua y ajardinadas no se tendrían en cuenta a la hora de realizar la propuesta de actuación.

Cierto es que en la cubierta plana se podría haber propuesto un tipo de cubierta diferente como la anteriormente mencionada ajardinada; o incluso un aislamiento exterior; pero el autor del presente trabajo considera que los remates ocasionados entre ambas cubiertas con distinta tipología constructiva no podrían ejecutarse correctamente y podrían ocasionarse filtraciones. Además de no pertenecer a la tipología constructiva de las casas del “*camp d'Elx*” que tanto se desea conservar.

Por otro lado y dejando aparte parámetros estéticos exteriores referentes a las fachadas y cubiertas; los elementos de sombra como arboles de hoja caduca, marquesitas y elementos móviles ya están implementados en la vivienda original sin actuación

energética; cubriendo en gran parte las fachadas Este y Sur; por lo que su implicación en el ejemplo de actuación ya se encuentra incorporado.

Por último, en la elección de equipos; se ha intentado escoger un sistema que ofrezca unas características de eficiencia energética altas con el uso de energías renovables; y así abarcar los dos conceptos básicos que distinta a una vivienda energética.

El implantación en el uso de radiadores como fuente de transmisión para la calefacción se estima la idónea, ya que se poseen muros de mampostería con una alta inercia térmica como se ha explicado en la elaboración del presente trabajo; y ayudara a conservar un mas la energía.

Finalmente y por todas las justificaciones ofrecidas, el autor del presente trabajo estima que la elección de estrategias para la rehabilitación energética de esta vivienda ejemplo, son las más idóneas siendo, pudiendo plantearse otras actuaciones con mejores resultados.

12 CONCLUSIONES

Tras realizar la propuesta de actuación en la vivienda ejemplo, se puede afirmar que se ha podido obtener una vivienda de tipo existente con una alta eficiencia energética; producida por una disminución de la demanda energética, del consumo energético así como el aumento del uso de fuentes de energía renovables.

La calificación obtenida es derivada, principalmente de la retención de energía térmica en el interior de la vivienda; empleando para tal fin el uso de aislantes térmicos que impiden la existencia de puentes térmicos, o que favorecen la retención del calor.

Además, la implementación de un recuperador de calor resulta, energéticamente, efectiva a la vez de eficiente; ya que una de las principales estrategias abordadas en el presente proyecto es la mínima pérdida de carga térmica generada por equipos de calefacción o refrigeración. Por lo tanto, dicho sistema es capaz de recuperar en un alto porcentaje de energía que se ha generado en dicho equipo, siendo reutilizada posteriormente para no desperdiciarla; y cumpliendo con la salubridad del CTE.

Añadir a lo anterior, que el uso de una caldera de biomasa en una vivienda unifamiliar aislada abarca dos grandes conceptos básicos para obtener una calificación energética elevada. El primero es la generación de ACS y calefacción un mismo equipo, siendo el segundo la utilización de fuentes de energía renovables; por lo que la generación de climatización se puede considerar renovable. Las demás calderas no pueden aprovecharse de dicha ventaja, ya que su fuente principal de energía es el gas natural o electricidad.

Por otro lado se ha demostrado que, para una zona concreta del término municipal de Elche, se puede rehabilitar una vivienda con elementos constructivos del siglo pasado sin que pierda su tipología constructiva. Además, se ha podido “elaborar” una especie de guía práctica para que cualquier usuario de una vivienda pueda acceder a ella y plantear distintas estrategias aptas para aplicarlas, del mismo modo que ha realizado el presente trabajo, a su vivienda particular. Además, dicha guía podría ser

perfectamente extrapolable a ubicaciones donde las viviendas existentes se encuentren en una zona climática diferente a la planteada en el presente trabajo.

En este ejemplo de actuación de una vivienda unifamiliar aislada, se ha conseguido obtener una mejora en calefacción correspondiente al 69'24% y un empeoramiento del 2'71% en refrigeración; obteniendo en total una mejora del 66'53% de eficiencia al ejecutar la propuesta de actuación de rehabilitación energética; tal y como se expone en el apartado 11.3, pág. 261 del presente trabajo.

Finalmente y como conclusión final en base al desarrollo realizado, se considera que un planteamiento con estrategias y ejemplos de actuación para las viviendas existentes, realizadas en base a un modo suficientemente adecuado; se podrá obtener una certificación elevada de una vivienda existente, junto con los beneficios de confort térmico, ahorro de energía y lucha contra el cambio climático; siendo en todo caso susceptible de mejora.

13 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

13.1 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA PARA LA ELABORACIÓN DEL TFG

- (ACA), A. de C. A. (2016a). ¿Qué se está haciendo frente a la #pobrezaenergetica? Recuperado 13 de mayo de 2017, a partir de <http://www.cienciasambientales.org.es/prensa-y-actualidad/612-ique-se-esta-haciendo-frente-a-la-pobreza-energetica.html>
- (ACA), A. de C. A. (2016b). El 12% de los hogares españoles se encontraban en 2010 en situación de Pobreza Energética. Recuperado 13 de mayo de 2017, a partir de <http://www.cienciasambientales.org.es/replex-rehabilitacion-energetica/113-el-12-de-los-hogares-espanoles-se-encontraban-en-2010-en-situacion-de-pobreza-energetica.html>
- About Haus. (2013, octubre). Cómo Construir un Pozo Canadiense: Un Sistema de Climatización que Utiliza la Energía del Subsuelo [Blog]. Recuperado 1 de mayo de 2017, a partir de <http://blog.about-haus.com/como-construir-un-pozo-canadiense/>
- Aena, A. E. y N. A. (2016). Plan de aislamiento acústico correspondiente al aeropuerto de Alicante-Elche. *Informe Ejecutivo*, 3. Recuperado a partir de <http://www.aena.es/es/corporativa/planes-aislamiento-acustico.html>
- AENOR. (2006). Norma UNE-EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005). 13.180 / *Ergonomía*, 60. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0037517#.WTPcSFTyjs>
- Aire Acondicionado Net. (2012). Aire Acondicionado De Ventana. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <http://www.aireacondicionadonet.com/aire-acondicionado-de-ventana/>
- Aire Clima. (2005). Aire Acondicionado. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de

<http://www.aireclima.es/aire.html>

Alibaba. (2017). Bombilla incandescente 200 w a75/a70 e27. Recuperado 24 de mayo de 2017, a partir de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/incandescent-bulb-200w-a75-a70-e27-514683642.html>

Andimat, A. N. de F. de M. A. (2008). Rehabilitación de cubiertas con aislamiento térmico., 38. Recuperado a partir de <http://www.andimat.es/wp-content/uploads/2008/08/capitulo-de-rehabilitacion-de-cubiertas-con-aislamiento-termico.pdf>

Aranda Usón, A., Zabalza Bribián, I., Díaz de Garaio, S., & Llera Sastresa, E. (2010). *Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios* (1.^a ed.). Zaragoza: Pressas Universitarias de Zaragoza.

Baeza Esteve, J. M. (1986). *Propietario actual de la vivienda ejemplo* (Fotografías, Planos y Relatos). Alicante.

Bla Bla Deco. (2016, septiembre 20). Calderas de condensación: Ventajas. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <http://blabladecho.com/calderas-condensacion-ventajas/>

Blogger. (2014, septiembre). Transmisión del calor [Blog]. Recuperado 7 de mayo de 2017, a partir de http://yvalladaresd.blogspot.com.es/2014_09_01_archive.html

Bonmatí Bascuñana, S. (2016). *Estudio de la Eficiencia Energética de la instalación de Aerotermia mediante CERMA en una vivienda unifamiliar en el municipio de Rojas* (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior.

Cámara Esclapez, P. (2001). *Hàbitat en el Baix Vinalopó*. P. Cámara Arquitectos.

Candela Gómez, C., & López Davó, J. (2014). *Instalaciones energéticas para la ingeniería en los edificios; U.D. 2: Acondicionamiento térmico. Energía solar para agua caliente sanitaria. Instalaciones de gas*. (1.^a ed.). Alicante: Ramón Torres Gosálvez.

CEDOM, A. E. D. D. E. I. (2010). Qué es Domótica. Recuperado 27 de mayo de 2017, a partir de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

Cero Grados Celsius. (2015, octubre 2). Sistema De Distribución De Aire: Volumen De Aire

- Variable. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <https://www.0grados.com/sistema-de-distribucion-de-aire-volumen-de-aire-variable/>
- Click Renovables. (2014, junio 25). Energía minieólica: 6 cosas que debes saber. Recuperado 11 de junio de 2017, a partir de <http://www.clickrenovables.com/blog/energia-minieolica-6-cosas-que-debes-saber/>
- Climas Toluca. (s. f.). Condensadoras. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <http://www.climastoluca.com/?product=condensadoras>
- Colomer Sendra, V. (2002). *Registro de Arquitectura del siglo XX Comunidad Valenciana*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Recuperado a partir de http://www.urbipedia.org/hoja/Plan_General_de_Elche_de_1973
- Comisión Europea. (1995). ENERGÍA PARA EL FUTURO: FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios, 59. Recuperado a partir de http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_es.pdf
- Comisión Europea. (2002). Directiva 2002/31/CE de la comisión de 22 de marzo de 2002 por la que se establecen disposiciones de aplicación de la Directiva 92/75/CEE del Consejo en lo que respecta al etiquetado energético de los acondicionadores de aire de uso doméstico. *Diario oficial de la Union Europea. Serie L*, (86, 22 de marzo), 16. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2002/086/L00026-00041.pdf>
- Consejo de la Unión Europea. (2002). Decision del Consejo 2002/358/CE de 25 de Abril de 2002 relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Serie L*, (130, 15 de mayo), 1-20. Recuperado a partir de http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/legislacion/documentacion/2002_358_ce_ec_approval_pk_esp_tcm7-12494.pdf
- Consejo de la Unión Europea. (2006). Decision del Consejo 2006/944/CE de 14 de

diciembre de 2006 por la que se determinan los respectivos niveles de emisión asignados a la Comunidad y a cada uno de sus Estados miembros con arreglo al Protocolo de Kioto de conformidad con la Decisión 2002/358. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Serie L*, (358, 16 de diciembre), 87-89. Recuperado a partir de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:358:0087:0089:ES:PDF>

Consejo de las Comunidades Europeas. (1992). Directiva 92/75/CEE del Consejo de 22 de septiembre de 1992 relativa a la indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos domésticos, por medio del etiquetado y de una información uniforme sobre los productos. *Diario Oficial de la Unión Europea, Serie L*, (297, 13 de octubre), 4. Recuperado a partir de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0075&from=ES>

Construible. (2015, junio 9). Aislamiento térmico de fachadas mediante perlas de Neopor. Recuperado 28 de mayo de 2017, a partir de <https://www.construible.es/2015/06/09/aislamiento-termico-de-fachadas-mediante-perlas-de-neopor>

Crusta Foro. (2014). Pantalla casera leds vs bombillas de led [Mensaje en un foro]. Recuperado 24 de mayo de 2017, a partir de <http://www.crustaforo.com/t1106-pantalla-casera-leds-vs-bombillas-de-led>

Diario Información. (2013, julio 12). Aena insonoriza 1.800 viviendas y un colegio en El Altet y Torrellano. Recuperado 15 de junio de 2017, a partir de <http://www.diarioinformacion.com/elche/2013/07/12/aena-insonoriza-1800-viviendas-colegio/1394795.html>

Domusa Teknik. (2016). Caldera biomasa Bioclass HM-16. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <http://www.domusateknik.com/es/productos/calderas-biomasa/calderas-pellets/bioclass-hm>

Eco Green Home. (2015). ¿Qué es el aislamiento Térmico Soplado? Recuperado 28 de mayo de 2017, a partir de <http://ecogreenhome.es/aislamiento-soplado/>

Eficienciamé. (2014, marzo 25). Comparativa y consumo de tipos de bombillas y lámparas

- para interior • Eficienciame. Recuperado 11 de junio de 2017, a partir de <http://www.eficienciame.com/comparativa-y-consumo-de-tipos-de/>
- Ekoteknia. (2014a, marzo 1). Soluciones de rehabilitación de fachadas (II): Aislado en la cámara. Recuperado 28 de mayo de 2017, a partir de <http://www.ekoteknia.com/soluciones-de-rehabilitacion-de-fachadas-ii-aislando-en-la-camara/>
- Ekoteknia. (2014b, marzo 16). Soluciones de rehabilitación de fachada (III): Aislado por el interior. Recuperado 28 de mayo de 2017, a partir de <http://www.ekoteknia.com/soluciones-de-rehabilitacion-de-fachada-iii-aislando-por-el-interior/>
- Elche/Elx, A. de. (1984). Revisión del Plan General de Ordenación Urbana.
- Elche/Elx, A. de. (1997). Plan General de Ordenación Urbana.
- Elche/Elx, A. de. (2008, julio 16). SIGELX. Sistema de información geográfica. Recuperado 23 de febrero de 2017, a partir de http://www1.sigelx.elche.es/sigelx_p/Web/index.aspx
- Elche/Elx, A. de. (2017). *Planos de ordenación urbana y fotografías aéreas* (Documentos técnicos históricos). Elche: Area de Urbanismo.
- Energías Renovadas. (2011, abril 4). La energía eólica en América Latina. Recuperado 30 de mayo de 2017, a partir de <https://energiasrenovadas.com/la-energia-eolica-en-america-latina/>
- EPA, A. de P. A. de E. U. (2017). Calidad del aire. Recuperado 21 de mayo de 2017, a partir de <https://espanol.epa.gov/espanol/aire>
- España. (1979). Norma Basica de la Edificacion NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas en los Edificios. *Boletín Oficial del Estado*, (253, 22 de octubre), 24524-24550. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/1979/10/22/pdfs/A24524-24550.pdf>
- España. Ministerio de Energía Turismo y Agencia Digital. (2010a). Etiquetado energético. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de

<http://www.controlastuenergia.gob.es/consumo-inteligente/paginas/etiquetado-energetico.aspx>

España. Ministerio de Energía Turismo y Agencia Digital. (2010b). Modelo etiqueta certificación energética Edificio Terminado. Recuperado a partir de http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/normativamodelosutilizacion/ETIQUETA_EDIFICIO_TERMINADO.pdf

España. Ministerio de Fomento. (2009). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad. *Documento Básico HS Salubridad*, (Septiembre 2009, comentado diciembre 2016), 1-148. Recuperado a partir de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DccHS.pdf>

España. Ministerio de Fomento. (2013). Código Técnico de la Edificación. Documento básico HE ahorro de energía. *Documento básico HE ahorro de energía*, (septiembre 2013, comentado marzo 2016), 1-70. Recuperado a partir de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>

España. Ministerio de Fomento. (2015). Fototeca Digital. Recuperado 21 de febrero de 2017, a partir de <https://fototeca.cnig.es/>

España. Ministerio de Fomento. (2016a). Código Técnico de la Edificación. Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE. *Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE*, (diciembre 2016), 1-13. Recuperado a partir de https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/Documento_de_bases_HE2018.pdf

España. Ministerio de Fomento. (2016b). Orden de 2016, de modificación del Documento Básico DB- HE «Ahorro de energía» y del Documento Básico DB-HS «Salubridad», del Código Técnico de la Edificación aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo., 9. Recuperado a partir de http://www.f2e.es/uploads/doc/20160610084921.20160606_fomento_modificacion_db_he_db_hs.pdf

- España. Ministerio de Fomento. (2017, marzo 3). Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) - CTE. Recuperado 15 de junio de 2017, a partir de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener.html>
- España. Ministerio de Hacienda y Función Pública. (2017, junio 15). Sede Electrónica del Catastro. Recuperado a partir de <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=consulta>
- España. Ministerio de Vivienda. (2006). Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. *Real Decreto 314/2006*, (5515, 17 de marzo), 11816-11831. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- España. Presidencia del Gobierno. (1979). Real Decreto 2429/79, de 6 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas en los Edificios. *Boletín Oficial del Estado*, (253, 22 de octubre), 24524-24550. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/1979/10/22/pdfs/A24524-24550.pdf>
- España. Presidencia del Gobierno. (1998). Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. *Boletín Oficial del Estado*, (186, 5 de agosto), 26585-26634. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/1998/08/05/pdfs/A26585-26634.pdf>
- España. Presidencia del Gobierno. (2003). Real Decreto 142/2003, de 7 de febrero, por el que se regula el etiquetado energético de los acondicionadores de aire de uso doméstico. *Boletín Oficial del Estado*, (39), 6028-6035. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/2003/02/14/pdfs/A06028-06035.pdf>
- España. Presidencia del Gobierno. (2007a). Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. *Boletín Oficial del Estado*, (207, 29 agosto), 35931-35984. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>

- España. Presidencia del Gobierno. (2007b). Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. *Boletín Oficial del Estado*, (27, 31 de enero), 4499-4507. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/01/31/pdfs/A04499-04507.pdf>
- España. Presidencia del Gobierno. (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, (89, 13 de abril), 27548-27562. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3904.pdf>
- España, M. de I. E. y Turismo. (2012). Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). *Guía técnica de aplicación: Instalaciones interiores en viviendas. Numero de circuitos y Características*, (Guía BT-25, Julio, Revision 2), 1-24. Recuperado a partir de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_25_jul12R2.pdf
- España, M. de I. E. y Turismo. (2015). La Energía en España 2015, 349. Recuperado a partir de http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_2015.pdf
- EU Instalaciones. (2015). Cómo ahorrar en electricidad a través del etiquetado energético de los electrodomésticos. Recuperado 27 de mayo de 2017, a partir de <http://www.euinstalaciones.es/como-ahorrar-en-electricidad-a-traves-del-etiquetado-energetico-de-los-electrodomesticos/>
- Europa. (2017, junio 6). Etiquetas energéticas. Recuperado 11 de junio de 2017, a partir de http://europa.eu/youreurope/business/environment/energy-labels/index_es.htm
- Fenercom. (2011a). Guía del Frío Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar., 1-193. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Frio-Solar-fenercom-2011.pdf>

- Fenercom. (2011b). *Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo*. (Fenercom, Ed.). Madrid: Comunidad de Madrid. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf>
- Fenercom. (2015). La Suma de Todos Renovar para consumir menos energía Rehabilitación energética de edificios y viviendas. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Renovar-para-consumir-menos-energia-fenercom-2015.pdf>
- Foro para la Edificación Sostenible de la Comunidad Valenciana. (2014). Extracto de la Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación. En *Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación*. Instituto Valenciano de la Edificación. Recuperado a partir de http://www.five.es/publicaciones/pdf/EXTRACTO_EDPE.pdf
- G. Pomata, A. (1984). *Partidas, personajes y cosas del Elche rural*. Alicante: Caja Rural.
- G. Sevillano, E. (2014, junio 3). Europa cumple la reducción de emisiones del protocolo de Kioto. España supera el máximo de gases de efecto invernadero que tiene fijado. *El país*. Recuperado a partir de http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/03/actualidad/1401798742_648544.html
- Gestionar Energía. (2014, febrero 5). Las calderas de biomasa. Recuperado 17 de abril de 2017, a partir de <https://gestionarenergia.wordpress.com/2014/02/05/las-calderas-de-biomasa/>
- Google. (2017). Google Maps. Recuperado 22 de febrero de 2017, a partir de <https://www.google.es/maps/@38.2723521,-0.5388676,16.5z?hl=es>
- Granados Menéndez, H. (2010). *Restauración y rehabilitación. Rehabilitación energética de edificios* (1.^a ed.). Madrid: Tornapunta Ediciones SLU.
- Hernanz, E. (2013, junio 15). Cuál es la temperatura ideal para vivir: Factores psicológicos y fisiológicos son los causantes de que este valor pueda ser diferente en cada persona. *ABC*. Recuperado a partir de <http://www.abc.es/sociedad/20130615/abci-temperatura-ideal-vivir-201306141909.html>

- Heywood, H. (2016). *101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético* (1.^a ed.). Londres: Editorial Gustavo Gili, SL.
- HidalGas. (2015). El aire acondicionado portátil más barato está en HidalGas. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <https://www.aireacondicionadohidalgas.com/el-aire-acondicionado-portatil-mas-barato-esta-en-hidalgas/>
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2002). Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica, menores de 5kW, conectadas a red. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Prod_10_Instalaciones_Fotovoltaica_menores_5kW_conectadas_a_red_8af605bf.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2004). Eficiencia Energética y Energías Renovables. *Boletín IDAE*, (núm 6, Marzo), 1-149. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5532_BoletinIDAE06_2004_6601f889.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2006). Eficiencia Energética y Energías Renovables. *Boletín IDAE*, (núm 8, Octubre), 1-220. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_05532_Boletin_IDAE_num_8_06_fd5ab1fd.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2007). Guía técnica. Torres de refrigeración. *Ahorro y eficiencia energética en climatización*, (4, febrero), 84. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Torres_refrigeracion_GT4_07_0d6a8abe.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2009). Cambiando los hábitos de consumo energético., 96. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10457_BEHAVE_cambiando_habitos_consumo_09_bbf93f25.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2010). Consumos del Sector Residencial en España. Resumen de Información Básica, 16. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

- IDAE, I. para la D. y A. de E. (2012). Guía técnica. Instalaciones de climatización con equipos autónomos. *Ahorro y eficiencia energética en climatización*, (17, junio), 108. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_f9d4199a.pdf
- Junkers. (2017a). Emisores térmicos - Gama ELAFLU. Recuperado 11 de junio de 2017, a partir de https://www.junkers.es/usuario_final/productos/catalogo_usuario/producto_5056
- Junkers. (2017b). Emisores Térmicos ELAFLU, 1-8. Recuperado a partir de https://junkers-es.resource.bosch.com/media/documentacion/calefaccion/folletos_comerciales_1/2011_1/emisores_elafllu.pdf
- Neila González, F. J. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid: Munilla-Lería.
- Neila González, F. J., & Acha Román, C. (2009). *Arquitectura Bioclimática y Construcción Sostenible*. Pamplona: DAPP Publicaciones Jurídicas.
- Palma Sellés, P. (2015). *Aplicación de la termografía en auditorías energéticas de edificios*. Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior.
- Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (1992). Directiva 92/42/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Serie L*, (167, de 21 de mayo), 17-27. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/1992/167/L00017-00027.pdf>
- Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (1993). Directiva 93/76/CEE del Consejo de 13 de septiembre de 1993 relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE). *Diario oficial de la Union Europea. Serie L*, (237, 22 de septiembre), 28-30. Recuperado a partir de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0076&from=ES>
- Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2002). Directiva 2002/91/CE del

Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Diario oficial de la Union Europea. Serie L*, (1, 16 de diciembre), 65-71. Recuperado a partir de http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/25_empreses_servei_energetic/arxius/directiva_2002_91_ce_eficiencia_energetica_edificios.pdf

Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2010a). Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada. *Diario oficial de la Union Europea. Serie L*, (153, 18 de junio), 12. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00001-00012.pdf>

Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2010b). Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). *Diario oficial de la Union Europea. Serie L*, (153, 19 de mayo), 13-35. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>

Passive House. (2015). About Passive House - What is a Passive House? (Fundación Passivhaus). Recuperado 13 de junio de 2017, a partir de http://passivehouse.com/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm

Recuperadores de Calor. (s. f.). ¿Que son los recuperadores de calor? Recuperado 17 de abril de 2017, a partir de <http://www.recuperadoresdec calor.es/1/que-es-un-recuperador>

Redondo Rivera, O. (2016). Visualizador de resultados de la Herramienta Unificada LIDER - CALENER (HULC) [Programa]. Recuperado a partir de <http://oscarredondorivera.weebly.com/visualizador-resultados-hulc.html>

Redondo Rivera, Ó. (2014). *Eficiencia energética. Cálculos térmicos de edificios. Aplicación del DB-HE 2013 a la edificación residencial*. Tornapunta Ediciones SLU. Recuperado a partir de

http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/Calculos_term_2014.pdf

Reformacoruña. (2015). Tubos de luz solar para iluminar interiores (Más ecológico, imposible). Recuperado 23 de mayo de 2017, a partir de <http://reformacoruna.com/tubo-luz-solar/>

Rio Clima. (2015). ¿Aire Acondicionado en La Rioja? Sistema Split. Recuperado 10 de junio de 2017, a partir de <http://rioclima.es/aire-acondicionado-split-logrono/>

Ruiz Pardo, Á. (2008). *Ahorro energético mediante el uso de elementos de doble envolvente transparente-opaco* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros. Recuperado a partir de http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/2836/D_T.347.pdf

Salvador Escoda S.A. (2016). Recuperadores de calor - Serie RIS P EKO, 1-48. Recuperado a partir de http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Recuperadores_Calor_Tarifa_PVP_Salvador_Escoda.pdf

Serrano Yuste, P. (2014, julio 23). Estrategias naturales para la refrigeración de los espacios interiores de los edificios. Certificados Energeticos. Recuperado 13 de junio de 2017, a partir de <http://www.certificadosenergeticos.com/estrategias-naturales-refrigeracion-espacios-interiores-edificios>

Stil, N. (2012, junio 9). Ventanas de aluminio: La rotura de puente térmico. Recuperado 28 de mayo de 2017, a partir de <http://aluminiosnoustil.com/ventanas-de-aluminio-la-rotura-de-puente-termico/>

Tecafil. (2016, febrero 10). El aislamiento térmico en cubiertas planas. Recuperado 11 de junio de 2017, a partir de <http://www.tecafil.es/2016/02/10/el-aislamiento-termico-en-cubiertas-planas/>

The McGraw-Hill Companies. (2013). Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, 0-43.

United Nations. (2005). Comunicado de Prensa. El Protocolo de Kyoto entrará en vigor el 16 de febrero de 2005. *Framework Convention on Climate Change*, 2. Recuperado a partir de https://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/applicatio

n/pdf/press041118_esp.pdf

Urbana, E. (2012). Protocolo de Kioto [Blog]. Recuperado 14 de mayo de 2017, a partir de <http://ecologiaurbana-mana.blogspot.com.es/>

Ventanas, S. M. (2016). Consejos ¿Que necesito saber? El vidrio. Recuperado 18 de mayo de 2017, a partir de <http://www.ventanassanmiguel.com/consejos/#el-vidrio>

WWF, L. organización mundial de conservación de la naturaleza. (2012, febrero 29). WWF propone la rehabilitación energética de más de tres millones de viviendas para reducir las emisiones de CO₂. Recuperado 4 de junio de 2017, a partir de <http://www.wwf.es/?20627/WWF-propone-la-rehabilitacin-energtica-de-ms-de-tres-millones-de-viviendas-para-reducir-las-emisiones-de-CO2>

14 ANEXOS

Anexo A: Certificación energética sin intervención	Página 283
Anexo B: Certificación energética con intervención	Página 289
Anexo C: Resultados obtenidos Excel Oscar Redondo sin actuación	Página 295
Anexo D: Resultados obtenidos Excel Oscar Redondo con actuación	Página 297
Anexo E: Ficha técnica aislamiento fachada	Página 299
Anexo F: Ficha técnica aislamiento cubierta	Página 301
Anexo G: Ficha técnica aislamiento pavimento	Página 303
Anexo H: Ficha técnica aislamiento falso techo	Página 305
Anexo I: Ficha técnica caldera de biomasa	Página 307
Anexo J: Ficha técnica radiadores	Página 307
Anexo K: Ficha técnica recuperador de calor	Página 307

14.1 ANEXO A: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA SIN INTERVENCIÓN

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Elche/Elx	Código Postal	Código Postal
Provincia	Alicante/Alacant	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B4	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual 	<input type="checkbox"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² año)
<div> <div><29.10 A</div> <div>29.10-50.2 B</div> <div>50.20-61.90 C</div> <div>61.90-128.60 D</div> <div>128.60-243.70 E</div> <div>243.70-292.50 F</div> <div>>=292.50 G</div> </div> <div>95,09 D</div>	<div> <div><5.70 A</div> <div>6.70-11.60 B</div> <div>11.60-19.00 C</div> <div>19.00-29.80 D</div> <div>29.80-58.40 E</div> <div>58.40-71.80 F</div> <div>>=71.80 G</div> </div> <div>19,34 D</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 18/06/2017

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	147,67
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta A	Cubierta	112,20	4,87	Usuario
Cubierta B	Cubierta	46,82	2,90	Usuario
Fachada A	Fachada	7,29	1,76	Usuario
Fachada A	Fachada	25,25	1,76	Usuario
Fachada A	Fachada	33,32	1,76	Usuario
Fachada B	Fachada	12,47	0,63	Usuario
Fachada B	Fachada	18,86	0,63	Usuario
Fachada B	Fachada	15,85	0,63	Usuario
Fachada C	Fachada	9,34	1,19	Usuario
Fachada C	Fachada	16,75	1,19	Usuario
Fachada D	Fachada	3,36	2,35	Usuario
Fachada E	Fachada	9,34	2,78	Usuario
Pavimento A	Suelo	147,67	3,76	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta A	Hueco	1,94	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta A	Hueco	4,18	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta A	Hueco	3,15	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta B	Hueco	4,40	5,70	0,16	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	7,81	2,76	0,55	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	4,69	2,76	0,55	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	4,69	2,76	0,55	Usuario	Usuario

14.1. Anexo A: Certificación energética sin intervención

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	92,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	112,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Convenicional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	85,00	GasNatural	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><div><6.70 A</div><div>6.70-11.60 B</div><div>11.60-19.00 C</div><div>19.00-29.80 D</div><div>29.80-58.40 E</div><div>58.40-71.80 F</div><div>=>71.80 G</div></div><div>19,34 D</div></div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	D	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	E
		11,92		4,26	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		REFRIGERACIÓN	
Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A			Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	-
3,17				-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3,17	468,34
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	16,17	2388,04

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><29.10 A</div><div>29.10-50.2 B</div><div>50.20-81.90 C</div><div>81.90-128.60 D</div><div>128.60-243.70 E</div><div>243.70-292.50 F</div><div>>=292.50 G</div></div>	95,09 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m² año)	D	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m² año)	E
		56,27		20,10	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m² año)	B	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m² año)	-
		18,72		0,00	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m² año) ¹					

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><9.70 A</div><div>9.70-18.40 B</div><div>18.40-31.10 C</div><div>31.10-49.90 D</div><div>49.90-83.60 E</div><div>83.60-102.80 F</div><div>>=102.80 G</div></div> <div>43,50 D</div>		<div><div><13.90 A</div><div>13.90-20.0 B</div><div>20.00-28.40 C</div><div>28.40-41.40 D</div><div>41.40-50.90 E</div><div>50.90-62.60 F</div><div>>=62.60 G</div></div> <div>19,16 B</div>	
Demanda de calefacción (kWh/m²/año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²/año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo en: calefacción, ventilación, bombeo, etc.). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<29.10 A	<6.70 A
29.10-50.2 B	6.70-11.60 B
50.20-81.90 C	11.60-19.00 C
81.90-128.60 D	19.00-29.80 D
128.60-243.70 E	29.80-58.40 E
243.70-292.50 F	58.40-71.80 F
≥292.50 G	≥71.80 G

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<9.70 A	<13.90 A
9.70-18.40 B	13.90-20.0 B
18.40-31.10 C	20.00-28.40 C
31.10-49.90 D	28.40-41.40 D
49.90-83.60 E	41.40-50.90 E
83.60-102.80 F	50.90-62.60 F
≥102.80 G	≥62.60 G

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/06/17
--	----------

14.2 ANEXO B: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA CON INTERVENCIÓN

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Elche/Elx	Código Postal	Código Postal
Provincia	Alicante/Alacant	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B4	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente	
<input type="checkbox"/> Vivienda <div> <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <div> <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual </div> </div>		<input type="checkbox"/> Terciario <div> <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local </div>

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² año)	
<div> <div><29.10 A</div> <div>29.10-50.2 B</div> <div>50.20-61.90 C</div> <div>61.90-128.60 D</div> <div>128.60-243.70 E</div> <div>243.70-292.50 F</div> <div>=>292.50 G</div> </div>	25,48 A	<div> <div><6.70 A</div> <div>6.70-11.60 B</div> <div>11.60-19.00 C</div> <div>19.00-29.80 D</div> <div>29.80-58.40 E</div> <div>58.40-71.80 F</div> <div>=>71.80 G</div> </div>	4,62 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 18/06/2017

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	147,67
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta A	Cubierta	112,20	4,87	Usuario
Fachada A_2	Fachada	7,29	0,34	Usuario
Fachada A_2	Fachada	25,25	0,34	Usuario
Fachada A_2	Fachada	33,32	0,34	Usuario
Fachada B_2	Fachada	12,47	0,31	Usuario
Fachada B_2	Fachada	18,88	0,31	Usuario
Fachada B_2	Fachada	15,85	0,31	Usuario
Fachada C_2	Fachada	9,34	0,31	Usuario
Fachada C_2	Fachada	16,75	0,31	Usuario
Fachada D_2	Fachada	3,38	0,35	Usuario
Fachada E_2	Fachada	9,34	0,31	Usuario
Cubierta B_2	Cubierta	46,62	0,46	Usuario
Pavimento A_2	Suelo	147,67	0,47	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta A	Hueco	1,94	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta A	Hueco	4,18	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta A	Hueco	3,15	2,24	0,10	Usuario	Usuario
Puerta B	Hueco	4,40	5,70	0,16	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	7,81	2,76	0,55	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	4,69	2,76	0,55	Usuario	Usuario
Ventana A	Hueco	4,69	2,76	0,55	Usuario	Usuario

14.2. Anexo B: Certificación energética con intervención

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	15,60	70,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	70,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		15,60			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	112,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	15,60	83,00	BiomasaPellet	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
Caldera de biomasa	79,30	0,00	100,00	100,00
TOTALES	79,30	0,00	100,00	100,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m² año)	A
	1,26		0,27	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales (kgCO ₂ /m² año) ¹	Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m² año)	-
	3,09		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m².año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3,09	455,87
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	1,54	227,11

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m² año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m² año)	A
	5,96		1,30	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m² año) ¹	Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m² año)	B	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m² año)	-
	18,22		0,00	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción (kWh/m² año)	Demanda de refrigeración (kWh/m² año)

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo en: calefacción, ventilación, bombeo, etc.). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<29.10 A	<6.70 A
29.10-50.2 B	6.70-11.60 B
50.20-81.90 C	11.60-19.00 C
81.90-128.60 D	19.00-29.80 D
128.60-243.70 E	29.80-58.40 E
243.70-292.50 F	58.40-71.80 F
≥292.50 G	≥71.80 G

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<9.70 A	<13.90 A
9.70-18.40 B	13.90-20.0 B
18.40-31.10 C	20.00-28.40 C
31.10-49.90 D	28.40-41.40 D
49.90-83.60 E	41.40-50.90 E
83.60-102.80 F	50.90-62.60 F
≥102.80 G	≥62.60 G

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

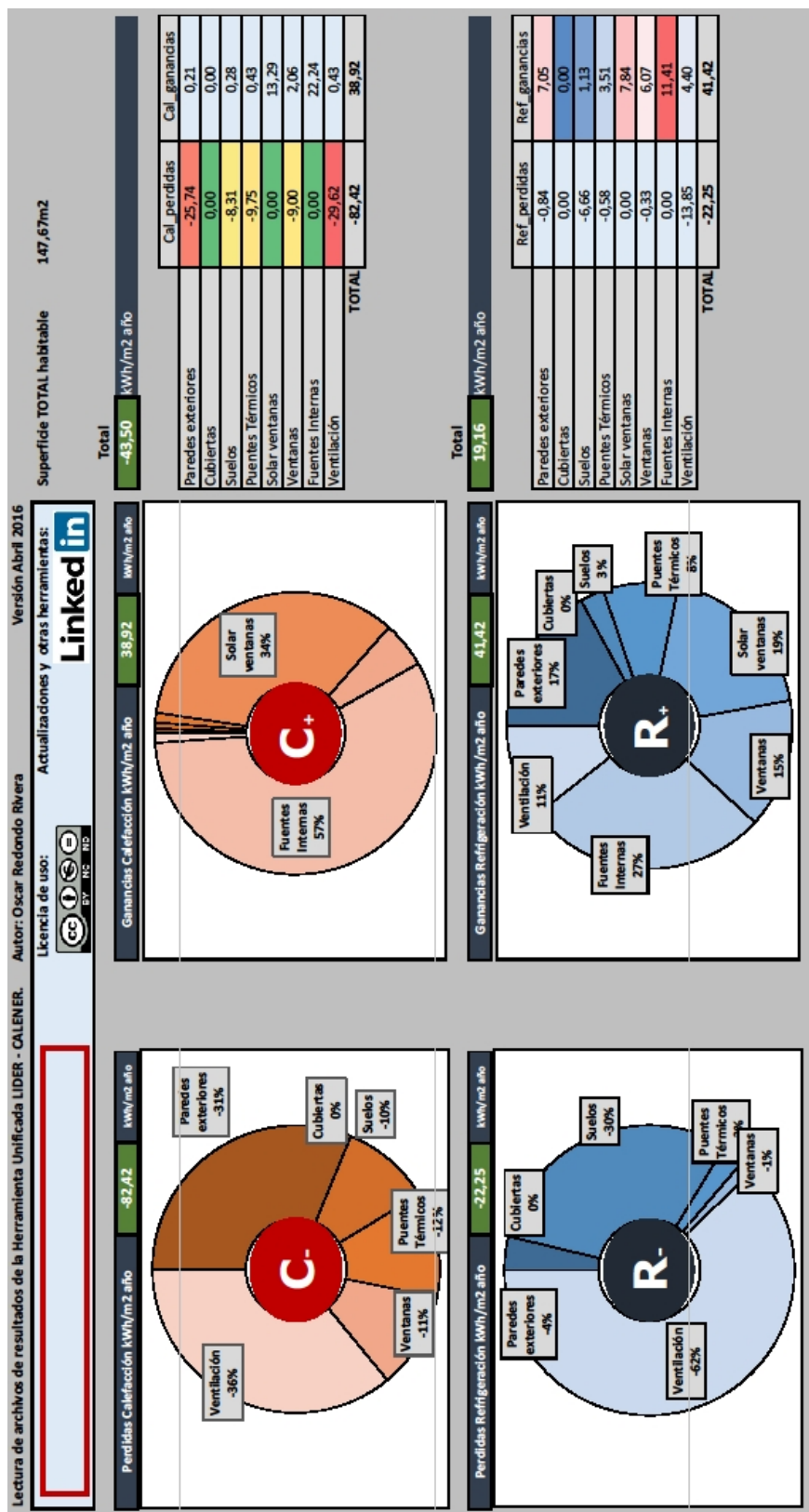
ANEXO IV

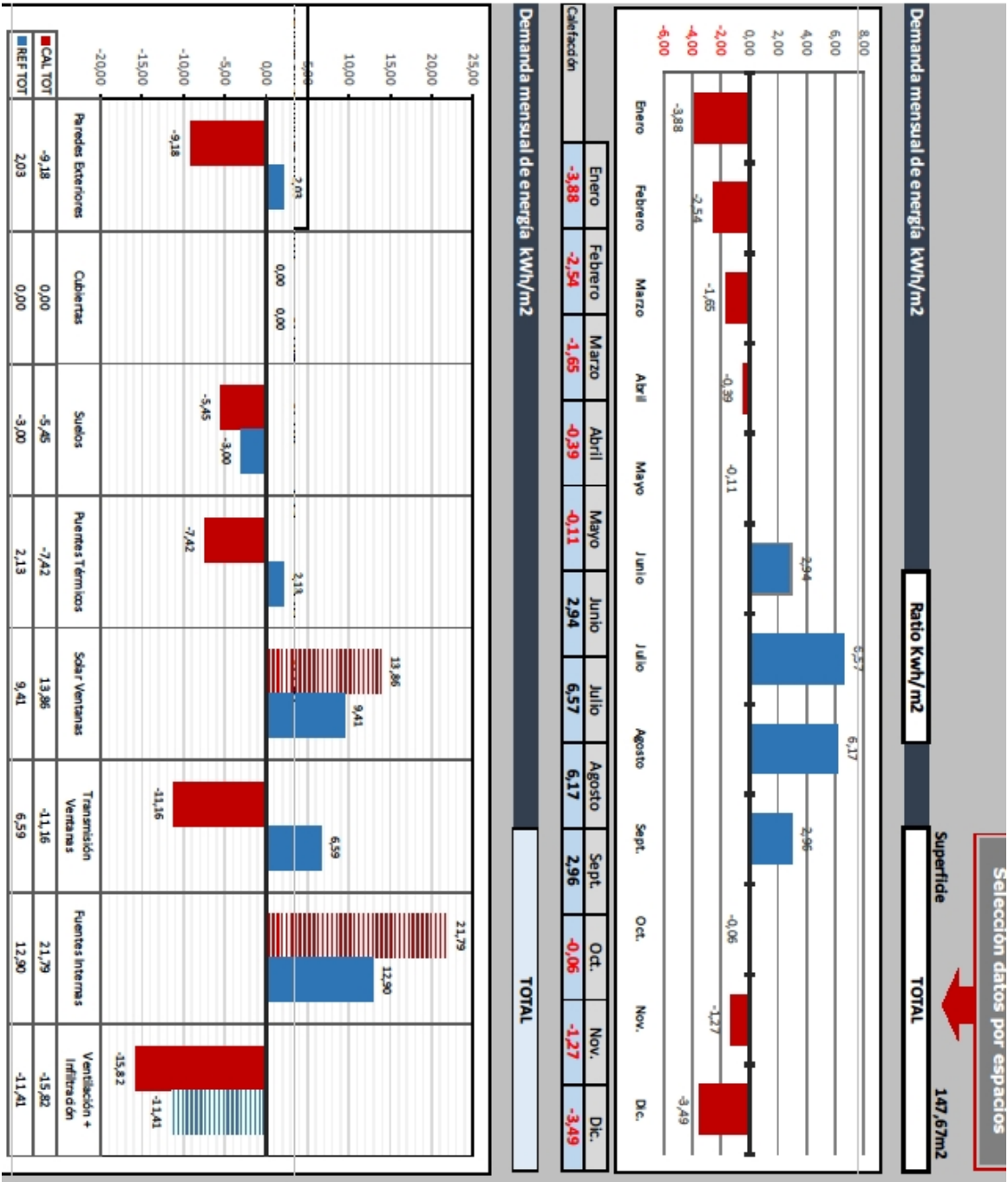
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

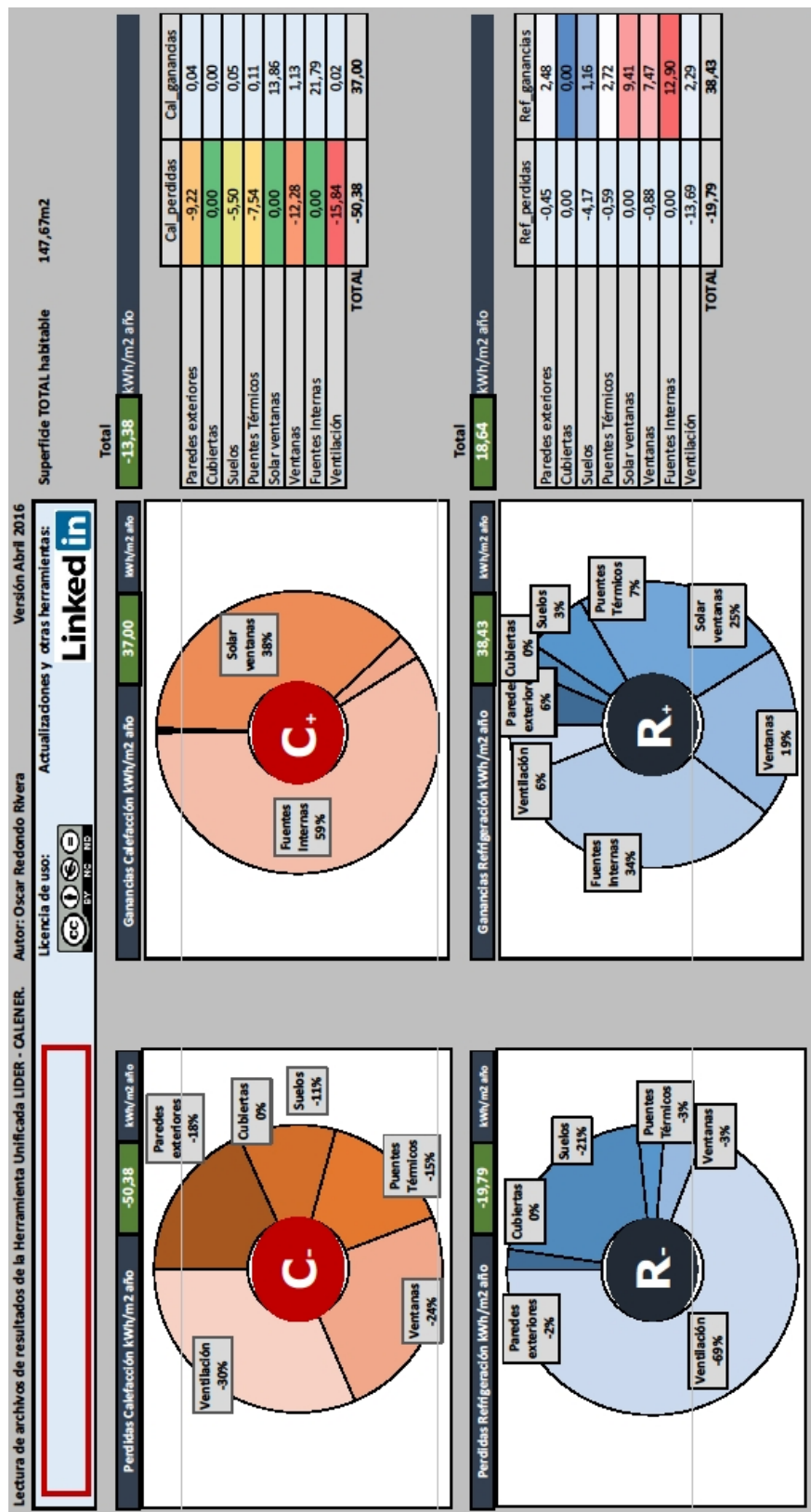
Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/06/17
--	----------

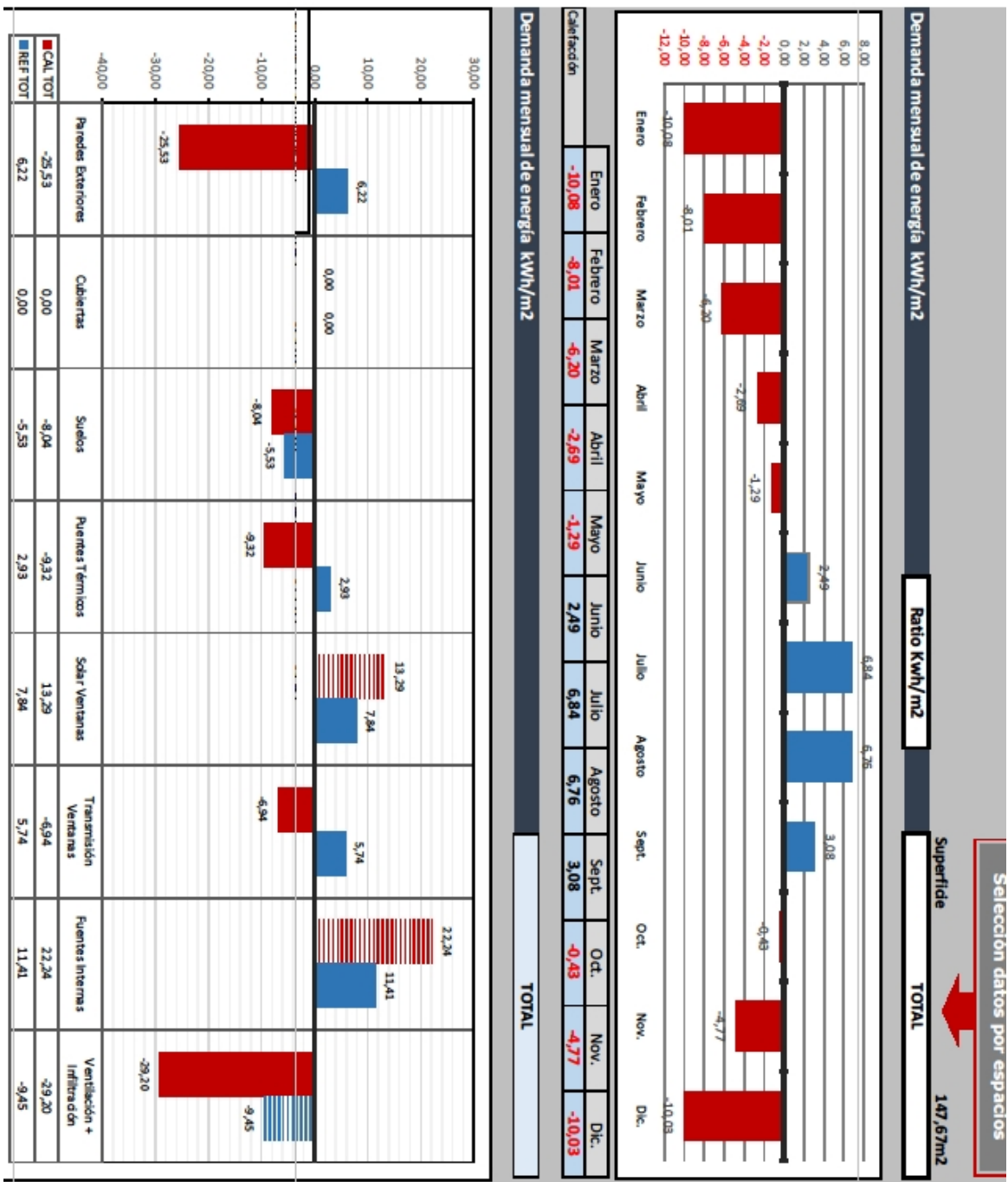
ACTUACIÓN





14.4 ANEXO D: RESULTADOS OBTENIDOS EXCEL OSCAR REDONDO CON ACTUACIÓN





14.5 ANEXO E: FICHA TÉCNICA AISLAMIENTO FACHADA

URSA TERRA

Terra T18P



Panel de lana mineral URSA TERRA conforme a la norma UNE EN 13162, no hidrófila, sin revestimiento. Suministrada en panel.

Aplicación recomendada

Tabiques de placa de yeso laminado. Medianeras con trasdosado de placa de yeso laminado.



0099/CPD/A43/0229



020/003016



DIT 380R/14



Características	Norma	Valor
Código designación		MW-EN 13162-T3-MU1-AFr5
Lambda ($\lambda_{90/90}$)	EN 12667 / EN 12939	0,035 W/m·K
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	A1
Resistencia específica al paso del aire (r')	EN 29053	$\geq 5 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$
Permeabilidad al vapor de la lana (μ)	EN 12807	<1

Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Alfa global α	Disponible	Suministro	Ud /paquete	m^2 /paquete	paquete /palet	m^2 /palet
2138579	30	0,60	1,35	0,85	0,55	Consultar	P	24	19,44	16	311,04
2131749	45	0,60	1,35	1,25	0,70	Stock	P	16	12,96	16	207,36
2131748	65	0,60	1,35	1,85	0,95	Stock	P	10	8,10	16	129,60
2136298	85	0,60	1,35	2,40	1,00	Consultar	P	8	6,48	16	103,68
2141102	100	0,60	1,35	2,85	1,00	Consultar	P	6	4,86	16	77,76
2141103	120	0,60	1,35	3,40	1,00	Consultar	P	5	4,05	16	64,80

Espesor mm	VERDE				LEED V.3			BREEAM / LEED V.4	
	Módulos A1-A3		Módulo A4	Módulo A5	% material reciclado post-consumer	% en peso del producto extraído y fabricado a más de 500 millas (aprox. 800 kms)	% en peso de producto extraído y fabricado a menos de 500 millas (aprox. 800 kms)	Eco Etiqueta I	Declaración ambiental de producto
	E. PRIMARIA MJ/m^2	CO_2 kg/m^2	Kg/m^2 cálculo transp.	Residuos Kg/m^2					
45	25,10	1,21	0,91	0,189	≥ 35	6%	94%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65	34,60	1,73	1,34	0,273	≥ 35	6%	94%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
85	44,32	2,25	1,73	0,357	≥ 35	6%	94%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



Excelente aislamiento térmico



Excelente aislamiento acústico



Excelente comportamiento al fuego



Fácil instalación



Ahorro



Reciclable

14.6 ANEXO F: FICHA TÉCNICA AISLAMIENTO CUBIERTA

URSA XPS

NIII L



Panel de poliestireno extruido URSA XPS conforme a la norma UNE EN 13.164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera. URSA XPS puede utilizarse dentro de un amplio margen de temperaturas que abarca desde -50°C hasta +75°C.

Aplicación recomendada

Cubierta invertida. Cubierta inclinada con teja claveteada. Muros enterrados.



020/003367



07/020/468

Características	Norma	Valor
Código designación		espesor ≤ 40: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2 espesor ≥ 50: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7-C(2/1,5/50)125-WD(V)3-FT2
Lambda (λ90/90)	EN 12667 / EN 12939	0,034 W/m·K espesores ≥ 70: 0,036 W/m·K
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E
Resistencia a compresión	EN 826	300 kPa
Estabilidad dimensional (23°C y 90%)	EN 1604	≤ 5%
Deformación bajo carga y temperatura	EN 1605	≤ 5%
Fluencia compresión (2% 50 años)	EN 826	125 kPa
Absorción inmersión total	EN 12087	≤ 0,7%
Resistencia hielo – deshielo	EN 12088	FT2

Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica m²·K/W	Disponible	Ud /paquete	m² /paquete	m² /palet
2117554	30	0,60	1,25	0,90	Stock	14	10,50	126,00
2133757	40	0,60	1,25	1,20	Stock	9	6,75	94,50
2117556	50	0,60	1,25	1,50	Stock	8	6,00	72,00
2117586	60	0,60	1,25	1,75	Stock	7	5,25	63,00
2117593	70	0,60	1,25	1,95	Stock	6	4,50	54,00
2117614	80	0,60	1,25	2,20	Stock	5	3,75	45,00
2117612	100	0,60	1,25	2,80	Stock	4	3,00	36,00
2117590	120	0,60	1,25	3,30	Consultar	3	2,25	31,50

Espesor mm	VERDE				LEED V.3			BREEAM / LEED V.4	
	Módulos A1-A3	Módulo A4	Módulo A5	% material reciclado post-consumer	% en peso del producto extraído y fabricado a más de 500 millas (aprox. 800 kms)	% en peso de producto extraído y fabricado a menos de 500 millas (aprox. 800 kms)			
30	92,88	4,06	0,99	0,020	≥ 30	42%	58%		
40	123,84	5,41	1,32	0,026	≥ 30	42%	58%		
50	154,80	6,77	1,65	0,033	≥ 30	42%	58%		
60	185,76	8,12	1,98	0,040	≥ 30	42%	58%		
70	216,72	9,47	2,32	0,046	≥ 30	42%	58%		
80	247,69	10,83	2,65	0,053	≥ 30	42%	58%		
100	309,61	13,53	3,31	0,66	≥ 30	42%	58%		



Excelente aislamiento térmico



Excelente resistencia frente al agua



Excelente resistencia mecánica



Reciclable

URSA Ibérica Aislantes, S.A. webmaster.ursaiberica@ursa.com · www.ursa.es

14.7 ANEXO G: FICHA TÉCNICA AISLAMIENTO PAVIMENTO

URSA XPS

NIII I



Panel de poliestireno extruido URSA XPS conforme a la norma UNE EN 13.164, de superficie lisa y mecanizado lateral recto.

URSA XPS puede utilizarse dentro de un amplio margen de temperaturas que abarca desde -50°C hasta +75°C.

Aplicación recomendada

Aislamiento térmico bajo pavimento.



020/003367



07/020/4648

Características	Norma	Valor
Código designación		espesor ≤ 40: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2 espesor ≥ 50: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7-C(2/1,5/50)125-WD(V)3-FT2
Lambda (λ90/90)	EN 12667 / EN 12939	0,034 W/m·K espesores ≥ 70: 0,036 W/m·K
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E
Resistencia a compresión	EN 826	300 kPa
Estabilidad dimensional (23°C y 90%)	EN 1604	≤5%
Deformación bajo carga y temperatura	EN 1605	≤5%
Fluencia compresión (2% 50 años)	EN 826	125 kPa
Absorción inmersión total	EN 12087	≤0,7%
Resistencia hielo – deshielo	EN 12088	FT2

Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica m²·K/W	Disponible	Ud /paquete	m² /paquete	m² /palet
2117557	30	0,60	1,25	0,90	Stock	14	10,50	126,00
2133763	40	0,60	1,25	1,20	Stock	9	6,75	94,50
2117559	50	0,60	1,25	1,50	Stock	8	6,00	72,00
2117613	60	0,60	1,25	1,80	Consultar	7	5,25	63,00
2117606	80	0,60	1,25	2,20	Consultar	5	3,75	45,00
2117598	100	0,60	1,25	2,80	Consultar	4	3,00	36,00

Espesor mm	VERDE					LEED V.3			BREEAM / LEED V.4	
	Módulos A1-A3	Módulo A4	Módulo A5	% material reciclado post-consumer	% en peso del producto extraído y fabricado a más de 500 millas (aprox. 800 kms)	% en peso de producto extraído y fabricado a menos de 500 millas (aprox. 800 kms)				
30	92,88	4,06	0,99	0,020	≥30	48%	52%			Declaración ambiental
40	123,84	5,41	1,32	0,026	≥30	48%	52%			
50	154,80	6,77	1,65	0,033	≥30	48%	52%			



Excelente resistencia
aislamiento térmico



Excelente resistencia
frente al agua



Excelente resistencia
mecánica



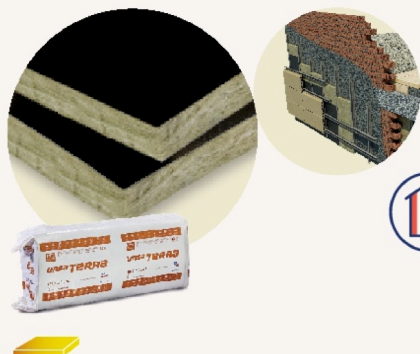
Reciclable

URSA Ibérica Aislantes, S.A. webmaster.ursaiberica@ursa.com · www.ursa.es

14.8 ANEXO H: FICHA TÉCNICA AISLAMIENTO FALSO TECHO

URSA TERRA

Vento P P4252



Panel de lana mineral Ursa TERRA conforme a la norma UNE EN 13.162, no hidrófila, recubierta con un velo negro repelente al agua. Suministrada en panel.

Aplicación recomendada
Fachada ventilada. Falsos techos perforados.



0099/CPR/A43/0280



020/003326



Características	Norma	Valor
Código designación		MW-EN 13162-T3-MU1-WS
Lambda ($\lambda_{90/90}$)	EN 12667 / EN 12939	0,035 W/m-K
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	A2 s1 d0
Resistencia específica al paso del aire (r')	EN 29053	≥ 5 kPa-s/m ²
Permeabilidad al vapor de la lana (μ)	EN 12807	< 1
Absorción de agua a corto plazo	EN 1609	≤ 1 kg/m ²

Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica m ² -K/W	Alfa global α	Disponibile	Suministro	Ud /paquete	m ² /paquete	paquete /palet	m ² /palet
2133689	40	0,60	1,35	1,10	0,70	Stock	P	16	12,96	12	155,52
2133690	50	0,60	1,35	1,40	0,85	Stock	P	12	9,72	12	116,64
2133711	60	0,60	1,35	1,70	0,95	Stock	P	10	8,10	12	97,20
2138613	75	0,60	1,35	2,10	1,00	Consultar	P	9	7,29	12	87,48
2133712	80	0,60	1,35	2,25	1,00	Stock	P	8	6,48	12	77,76
2136388	100	0,60	1,35	2,85	1,00	Consultar	P	6	4,86	12	58,32
2138614	120	0,60	1,35	3,40	1,00	Consultar	P	5	4,05	12	48,60

Espesor mm	VERDE				LEED V.3			BREEAM / LEED V.4	
	Módulos A1-A3		Módulo A4	Módulo A5	% material reciclado post-consumer	% en peso del producto extraído y fabricado a más de 500 millas (aprox. 800 kms)	% en peso de producto extraído y fabricado a menos de 500 millas (aprox. 800 kms)	Eco Etiqueta I	Declaración ambiental de producto
40	40,30	1,95	1,24	0,254	≥ 35	10%	90%	✓	✓
50	46,90	2,33	1,56	0,314	≥ 35	9%	91%	✓	✓
60	53,70	2,70	1,86	0,375	≥ 35	8%	92%	✓	✓
80	67,50	3,46	2,43	0,495	≥ 35	8%	92%	✓	✓



Excelente
aislamiento térmico



Excelente
aislamiento acústico



Excelente
comportamiento al fuego



Fácil
instalación



Ahorro



Reciclable

14.9 ANEXO I: FICHA TÉCNICA CALDERA DE BIOMASA

CARACTERÍSTICAS	BIOCLASS HM 10	BIOCLASS HM 16	BIOCLASS HM 25	BIOCLASS HM 43
Potencia nominal kW	10,1	15,6	25,3	42,7
Rendimiento a potencia nominal %	93,5	93,5	95	94
Potencia carga parcial KW	2,9	4,2	6,9	11,4
Potencia eléctrica W	485	485	485	485
Temperatura retorno mínima °C	25°C	25°C	25°C	25°C
Tiro mínimo chimenea Pa	10	10	10	10
Tiro máximo chimenea Pa	20	20	20	20
Volumen cámara de agua L	46	55	73	104
Combustible al 100% Kg	2,3	3,4	5	9
Peso Kg	215	235	326	385

Fuente: (Domusa Teknik, 2016)

14.10 ANEXO J: FICHA TÉCNICA RADIADORES

Modelos ELAFLU	Número de elementos	Potencia (W)	Dimensiones (ancho x alto x fondo) mm.	Peso (kg.)
ERO 0500	4	500	307 x 575 x 97	10
ERO 0750	6	750	530 x 575 x 97	15
ERO 1000	8	1.000	690 x 575 x 97	19
ERO 1250	10	1.250	850 x 575 x 97	24
ERO 1500	12	1.500	1.010 x 575 x 97	28

Fuente: (Junkers, 2017b, p. 6)

14.11 ANEXO K: FICHA TÉCNICA RECUPERADOR DE CALOR

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad (A)	Potencia (kW)	Caudal máx F7 (m³/h)	Eficiencia térmica (%)	LpA irradiado 3m dB(A)	Tensión total (V)	Intensidad total (A)	Potencia total (kW)	Peso (Kg)
RIS-400-P-EKO-S	3490	2x1.17	2x0.12	500	90	51	1x230	2.39	0.26	74
RIS-400-P-EKO-E	3490	2x1.17	2x0.12	500	90	51	1x230	9.39	1.86	74
RIS-400-P-EKO-W	3490	2x1.17	2x0.12	500	90	51	1x230	2.39	0.26	82
RIS-700-P-EKO-S	3380	2x2.05	2x0.23	850	90	56	1x230	4	0.46	106
RIS-700-P-EKO-E	3380	2x2.05	2x0.23	850	90	56	1x230	17.01	3.46	106
RIS-700-P-EKO-W	3380	2x2.05	2x0.23	850	90	56	1x230	4	0.46	118.5
RIS-1200-P-EKO-S	3400	2x2.95	2x0.45	1300	90	56	1x230	5.4	0.82	170
RIS-1200-P-EKO-E	3400	2x2.95	2x0.45	1300	90	56	1x400	14.5	6.8	170
RIS-1200-P-EKO-W	3400	2x2.95	2x0.45	1300	90	56	1x230	5.4	0.82	178
RIS-1900-P-EKO-S	2540	2x3.15	2x0.48	2100	90	60	1x230	6.32	1	269
RIS-1900-P-EKO-E	2540	2x3.15	2x0.48	2100	90	60	3x400	15	7	270
RIS-1900-P-EKO-W	2540	2x3.15	2x0.48	2100	90	60	1x230	6.32	1	282
RIS-2500-P-EKO-S	2800	2x3	2x0.67	2800	90	62	1x230	6.2	1.4	313
RIS-2500-P-EKO-E	2800	2x3	2x0.67	2800	90	62	3x400	19.2	10.4	320
RIS-2500-P-EKO-W	2800	2x3	2x0.67	2800	90	62	1x230	6.2	1.4	326

Fuente: (Salvador Escoda S.A., 2016, p. 45)